Vorschläge zur Vervollständigung der Evaluierungsmethoden für Straßen in Entwicklungsregionen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors

der

Wirtschafts- und Gesellschaftswissenschaften

durch die

Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu

Bonn

vorgelegt von

Diplom-Volkswirt Wolfgang W. Schöhl

aus Liegnitz

Bonn 1976

Vorschläge zur Vervollständigung der Evaluierungsmethoden für Straßen in Entwicklungsregionen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors

der

Wirtschafts- und Gesellschaftswissenschaften

durch die

Rechts- und Staatswissenschaftliche Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu

Bonn

vorgelegt von

Diplom-Volkswirt Wolfgang W. Schöhl

aus Liegnitz

Bonn 1976

Dekan: **Prof. Dr. Peter Schönfeld**
Erstreferent: Professor Drs. Fritz Voigt
Zweitreferent: Professor Dr. Mathias Ernst Kamp

Tag der mündlichen Prüfung: **3o. November 1976**

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

FÖR NICOLA

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523713_0005

Gliederung Seite

	Einleitung	1
1.	Ziele und Anwendbarkeit dieser Arbeit	1
2.	Gang der Darstellung	7
Teil I	Die verschiedenen Definitionen und Methoden der Messung des Nutzens von Straßenverkehrsinvestitionen	12
I.A.	Bedeutung, Klassifikation und grundlegende Meßverfahren	13
I.A.1.	Die Bedeutung und Klassifikation von Straßeninvestitionen in ländlichen Entwicklungsgebieten	13
I.A.1.a.	Weshalb sind Straßeninvestitionen in ländlichen Entwicklungsregionen von besonderer Wichtigkeit?	13
I.A.1.b.	Die Bedeutung von ländlichen Zubringerstraßen und weshalb wir uns mit ihnen bevorzugt beschäftigen	14
I.A.1.c.	Die besondere Bedeutung der Messung von langfristigen Wirkungen bei Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen	15
I.A.1.d.	Die besondere Bedeutung der Messung von nicht-ökonomischen Effekten bei Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen	17
I.A.1.e.	Einteilung von Straßen in Entwicklungsregionen	22
I.A.1.f.	Der Umfang der Kostenseite bei Investitionen in ländlichen Entwicklungsregionen	26
I.A.2	Ein Definitionsschema für die Klassifikation der Wirkungen von Straßenverkehrsinvestitionen	28
I.A.2.a.	Kritik der verschiedenen Definitionen von Wirkungen in der Literatur der Nutzen-Kosten-Analyse und Anforderungen an eine verbesserte Definition	28

		Seite
I.A.2.b.	Vorschlag für ein verbessertes Definitionsschema zur Klassifikation der Wirkungen einer Straßenverkehrsinvestition	32
I.A.2.c.	Erläuterungen zu den verschiedenen Kriterien und Methoden des Schemas	38
I.A.2.d.	Alternative Anordnung der Kriterien	
I.A.3.	Vergleich zwischen verschiedenen Meßverfahren für die quantifizierbaren Nutzen von Straßeninvestitionen	49
I.A.3.a.	Ein Schema zum Vergleich der Kostenersparnisse mit dem Produktionszuwachs	51
I.A.3.b.	Erläuterung zu den verschiedenen Meßverfahren für ökonomische Nutzen	55
I.A.3.c.	Vergleich zwischen der Größe des Nutzenmaßes A und B (bzw. C und D als Ersatz für B) in schematischer Darstellung	73
I.A.3.d.	Sind Kostenersparnisse wirklich nicht mehr als eine Determinante des Wertschöpfungszuwachses?	75
I.A.3.e.	Schlußfolgerungen	77
I.A.4.	Sonstige Definitionen	78
I.A.4.a.	Definition von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen (LZS)	78
I.A.4.b.	Definition und zeitliche Entwicklung des Verkehrsvolumens in ländlichen Entwicklungsräumen	80
I.B.	Verfeinerungen und Beurteilung der traditionellen Nutzenmessung	83
I.B.1.	Die verbesserte Messung des Nutzens als Kostenersparnisse	83
I.B.1.a.	An welchen Elementen werden die Kostenersparnisse gemessen?	83
I.B.1.b.	Beziehungen zwischen dem System der R-Faktoren und VOIGT's Konzept der Verkehrswertigkeiten und -affinitäten	87

		Seite
I.B.2.	Die Messung des Nutzens als Regional- und Volkseinkommen	89
I.B.2.a.	Die praktische Messung des Nutzens als Regionaleinkommen	90
I.B.2.b.	Die theoretische Messung des Nutzens als Volkseinkommen	95
I.C.	Praktische Erfahrungen mit der Messung des Produktionszuwachses im Vergleich zur Messung der Kostenersparnisse	99
I.C.1.	Versuchsreihe für den Vergleich zwischen beiden Methoden	99
I.C.2.	Vergleiche zwischen ex-post- und ex-ante-Evaluierungen	102
I.C.3.	Vergleich zwischen beiden Methoden im Simulationsmodell	104
I.C.4.	Aussage der bisherigen Erfahrungen zum Vergleich zwischen beiden Methoden	109
I.C.5.	Zwischenergebnisse	111
I.D.	Wie weit können der Produktionszuwachs oder andere Arten von Nutzen einer Straßen- oder ihrer Komplementärinvestitionen zugerechnet werden?	113
Teil II.	Die theoretischen Grundlagen für eine erweiterte Evaluierungsmethode für Straßeninvestitionen in ländlichen Entwicklungsregionen	116
II.A.	Das Grundmodell der Messung des Nutzens mit der Methode der Konsumentenrente	117
	Einleitung	117
II.A.1.	Das theoretische Modell von VAN DER TAK und RAY zur Messung des Nutzens durch die Konsumenten- und Produzentenrente	118
II.A.1.a.	Das Grundmodell	118
II.A.1.b.	Der Nutzen bei steigender Angebotskurve für Verkehr	127

		Seite
II.A.2.	Eine grundlegende Kritik an der Methode der Konsumentenrente	131
II.A.3.	Das lineare Programmierungs-Modell von ISRAEL zur Evaluierung von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen	133
II.A.3.a.	Der ökonomische Teil des Modells	134
II.A.3.b.	Wie können dynamische Veränderungen der Wertschöpfung durch das LP-Modell abgebildet werden?	143
II.A.4.	Übersetzung der Wirkung von Komplementärinvestitionen in Wertschöpfung	145
II.A.5.	Beurteilung des LP-Modells von ISRAEL	150
II.A.6.	Erster Vergleich zwischen den beiden Methoden der Kostenersparnisse und ihrem Verhältnis zur Methode des Produktionszuwachses	157
II.B.	Die Beurteilung von Verfahren zur Prognose des Verkehrsvolumens	159
	Einleitung	159
II.B.1.	Die Beurteilung von Modellen der Regressionsanalyse	160
II.B.2.	Sind Simulationsmodelle mit Iterationsverfahren für die Verkehrsprognose auf Straßen in agrarischen Entwicklungsregionen geeignet?	169
II.C.	Die theoretische Herleitung der Nachfrage- und der Angebotskurve für Verkehr im Modell der Konsumentenrente	174
	Einleitung	174
II.C.1.	Die Herleitung der Nachfragekurve für Verkehrs im Grundmodell	175
II.C.2.	Verschiebungen der Nachfragekurve, die teilweise der Straße zuzuschreiben sind	182
II.C.3.	Probleme bei der Bestimmung der Nachfragekurve für Verkehr	187

		Seite
II.C.3.a.	Probleme der Bestimmung der Angebotskurven für Güter	187
II.C.3.b.	Vereinfachende Annahmen für die praktische Evaluierung	192
II.C.3.c.	Andere Determinanten der Verkehrsnachfrage	193
II.C.4.	Die tatsächliche Form von der kurzfristigen Angebots- und Nachfragekurve für Verkehr	194
II.C.5.	Vergleich zwischen der theoretisch erforderlichen und der praktisch verfügbaren Datenmenge	197
II.C.6.	Schlußfolgerungen	200
Teil III.	Praktische Verbesserungsvorschläge für die Messung des Nutzens von Straßeninvestitionen in ländlichen Entwicklungsregionen	202
	Einleitung	202
III.A.	Die Messung des Nutzens für Straßen des Falles II und seiner Grenzfälle durch die Erweiterung der Methode der Konsumentenrente in Richtung auf die Methode des Produktionszuwachses	203
III.A.1.	Die detaillierte Definition von Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen	205
III.A.1.a.	Charakteristika und Behandlung von Straßen des Falles I	205
III.A.1.b.	Charakteristika des Falles II	208
III.A.1.c.	Charakteristika des Falles III	209
III.A.2.	Allgemeine Kritik an einigen Annahmen des Modells der Konsumentenrente	210
III.A.2.a.	Verschiebung von Angebotskurven für Güter	212
III.A.2.b.	Marktunvollkommenheiten	213
III.A.2.c.	Zusammenfassung und Zwischenergebnisse	215

		Seite
III.A.3.	Die Messung des Nutzens für Straßen im Fall II	217
	Einleitung	217
III.A.3.a.	Drei grundsätzliche Maße für die Kostenersparnisse, wenn Konsumenten- und Produzentenrenten mit einbezogen werden	220
III.A.3.a.(1)	Die Komponenten der Methode der Konsumentenrente	220
III.A.3.a.(2)	Der Gesamtnutzen im Zwei-Regionen-Modell	224
III.A.3.b.	Die praktische Messung der Komponenten der Konsumentenrente im Vergleich zur Messung nach der Methode des Produktionszuwachses. Der Zusammenhang zwischen B_2 und A_2	236
III.A.3.b.(1)	Die Beziehungen zwischen der Wertschöpfung und dem induzierten Verkehr	236
III.A.3.b.(2)	Wie weit wird die Netto-Konsumentenrente durch die Größe der Wertschöpfung determiniert? Der Zusammenhang zwischen B_2 und A_2	240
III.A.3.b.(3)	Formale Zusammenhänge	243
III.A.3.b.(4)	Theoretische Beschränkungen bei den drei Nutzenmaßen	244
III.A.3.b.(5)	Zusammenfassung und Zwischenergebnis	246
III.A.3.c.	Vergleich zwischen der KR-Methode und der PZ-Methode unter dem Gesichtspunkt des wachsenden Anteils des induzierten Verkehrs	248
III.A.3.d.	Gibt es eine Alternative zur Schätzung des Dreiecks B_2?	259
III.A.4.	Die praktische Evaluierung von Straßen des Falles II mit der Methode der Konsumentenrente	259

		Seite
III.A.4.a.	Vergleich zwischen den drei theoretischen Meßverfahren der Methode der Konsumentenrente	260
III.A.4.b.	Die praktische Anwendung der Methode der Konsumentenrente im Fall II	263
III.A.5.	Vorschlag zur Kombination der KR- und der PZ-Methode für Straßen des Falles II und III	273
III.A.6.	Zusammenfassung und Ergebnisse zum Vergleich zwischen der KR- und der PZ-Methode und Empfehlungen für eine reflektierte Anwendung beider Methoden für Straßen des Falles II	277
III.B.	Daten zur praktischen Prognose des Produktionszuwachses für LZ-Straßen	286
III.B.1.	Allgemeine Erläuterungen zur Berechnung des Produktionszuwachses	286
III.B.2.	Darstellung der Errechnung des Produktionszuwachses im Flußdiagramm und Tabellen	288
III.B.3.	Erläuterungen zu den Flußdiagrammen und zu den Tabellen	288
III.B.4.	Welche Zusatzinvestitionen sind wichtig beim Bau von LZS?	295
III.C.	Die erweiterte Evaluierung von nichtökonomischen Wirkungen durch die Kosten-Wirksamkeitsanalyse	301
	Einleitung	301
III.C.1.	Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse bei Straßenprojekten in ländlichen Regionen	302
III.C.2.	Die Wirksamkeits-Matrix	305
III.C.3.	Auswahl des Personenkreises zur Bestimmung der Gewichte und Effizienzwerte	308
III.C.4.	Die Gewichtung der Ziele und die Übersetzung in Effektivitätswerte	309

		Seite
III.C.4.a.	Die Gewichtung der Ziele	309
III.C.4.b.	Die Übersetzung der Einheiten jedes Kriteriums in Effektivitätswerte	312
III.C.5.	Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse als vereinfachte Version des produktionstheoretischen Ansatzes zur Übersetzung von nicht-ökonomischen Effekten	317
III.C.6.	Wie kann das Verfahren der Kosten-Wirksamkeitsanalyse verwendet werden, wenn ein rein ökonomisches Kriterium für das Projekt gefordert wird?	320
III.C.7.	Welches Modell der Kosten-Wirksamkeitsanalyse ist geeignet für Investitionsaspekte im Zusammenhang mit Zubringerstrassen in agrarischen Regionen (Fälle II und III)?	322
III.C.8.	Beispiel für ein einfaches Modell der Kosten-Wirksamkeitsanalyse für LZS in Regionen mit extrem wenig Daten (STANLEY-Modell)	326
III.C.9.	Beurteilung des STANLEY-Modells	329
III.C.10.	Vorschlag für ein Grundmodell für die Kosten-Wirksamkeitsanalyse von ländlichen Zubringerstraßen	331
III.C.11.	Schlußfolgerungen	342
III.D.	Das Problem der Datenbeschaffung	343
	Einleitung	343
III.D.1.	Verwendung von durch Experten geschätzte Daten	343
III.D.1.a.	Welche Arten von Daten können geschätzt werden?	343
III.D.1.b.	Die Delphi-Methode als Mittel für unabhängige Datenschätzung. Nach welchem Verfahren sollen nun die Schätzungen der Daten gemacht werden?	349
III.D.2.	Verwendung von Flugzeug- und Satellitenaufnahmen für die Datensammlung in ländlichen Gebieten	350

		Seite
III.D.3.	Die Notwendigkeit von zentralen Datenbanken	352
III.D.4.	Zusammenfassung	352
III.E.	Die Ergänzung der Evaluierungsmodelle durch Einbeziehung des Risikos	354
	Einleitung: Die besondere Bedeutung der Risiko-Analyse bei Verkehrsprojekten in Entwicklungsregionen	354
III.E.1.	Kurze Beschreibung und Bewertung des Risiko-Analyse-Modells der Weltbank	355
III.E.2.	Anwendbarkeit der vollständigen Risikoanalyse	359
III.E.3.	Theoretische Probleme bei der Risiko-Analyse	366
III.E.4.	Einige Vorschläge für eine vereinfachte Form des Risiko-Analyse-Verfahrens zur Berücksichtigung von Unsicherheiten bei kleineren Straßenprojekten	367
III.E.5.	Zusammenfassung und Ergebnisse	374
III.F.	Ergänzende Empfehlungen zur Behandlung von kleinen Straßen in landwirtschaftlichen Entwicklungsregionen	377
III.F.1.	Organisation und Bautechnik	377
III.F.2.	Berücksichtigung der Unterbeschäftigung in Entwicklungsregionen durch arbeitsintensive Methoden im Straßenbauwesen	378
III.F.3.	Luftschiffe als neue Transportmittel für ländliche Regionen	382
Teil IV	Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	384
	Annex	399
	Verzeichnis der Figuren und Tabellen	409
	Literaturverzeichnis	412

Einleitung

1. Ziele und Anwendbarkeit für diese Arbeit

In vielen Entwicklungsländern ist der Verkehrsetat im Staatshaushalt relativ größer als in entwickelten Ländern. In Brasilien beispielsweise machen die Verkehrsausgaben nicht weniger als ein Viertel des Staatshaushaltes 1976 aus. Verkehrsinvestitionen konzentrieren sich zugleich häufig in entwickelten Ballungsgebieten. Oft tragen sie daher nicht in dem Maße zur Entwicklung ländlicher Gebiete bei, wie dies eine langfristige Entwicklungsplanung mit dem Ziel relativ gleichmäßiger Entwicklung aller bevölkerten Räume eines Landes anstrebt.

Die Analysen von Straßenprojekten konzentrieren sich häufig ausschließlich auf die Quantifizierung von Kostenersparnissen der Straßenbenutzer. Sie vernachlässigen die Mechanismen, durch welche diese Kostenersparnisse in zusätzliche Produktion bzw. zusätzliche Wertschöpfung oder Einkommen umgesetzt werden. Außerdem vergessen sie häufig andere Faktoren, die die sogenannte Entwicklungswirkung der Straße hemmen. In den Fällen, wo die Straße eindeutig das Ziel hat, die Entwicklung der Region anzustoßen, werden die Annahmen, die der Prognose zugrundeliegen, oft nur unzureichend ausgedrückt; daher wird auch die Wirkung der Transportkostenersparnisse auf die Produktionsfunktionen nicht genügend in Einzelheiten verfolgt.

U. a. aufgrund dieser Schwierigkeiten bei der Bewertung von Straßen mit Entwicklungswirkungen sind die Kredite von Entwicklungsbanken und Planungsministerien in Entwicklungsländern häufig nur in Straßenprojekte geflossen, die wenig oder gar keine Entwicklungswirkungen hatten. Einige bedeutende Institutionen, allen voran die Weltbank, haben seit kurzem damit begonnen, sich gerade den ärmeren, ländlichen Regionen der Entwicklungsländer zuzuwenden. Daher ist es die

Aufgabe der Ökonomen, Methoden dafür zu finden, wie man das zusätzliche Einkommen und andere Wirkungen einer Straßeninvestition in einer ländlichen Entwicklungsregion messen kann.

In Brasilien z. B. zeigt sich folgende Entwicklung (die für viele Länder mit unterentwickelten Regionen typisch ist):

In Ballungsgebieten werden gewaltige Geldsummen investiert, um dem gesteigerten Verkehrsaufkommen gerecht zu werden. Beispiele hierfür sind Projekte wie die große Autobahn "Via-Dutra" zwischen Rio de Janeiro und Sao Paulo, die wegen Überfüllung demnächst durch eine parallele Autostraße ergänzt werden soll, oder die wohl zweitgrößte Brücke der Welt, die 14 km lange Brücke zwischen Rio de Janeiro und Niteroi. Statt dieser beiden Projekte könnte man in den armen Regionen Brasiliens eine Reihe von Alternativ-Investitionen machen, z. B.:

- ein System von Zubringerstraßen an die größeren Überlandstraßen anfügen,
- eine Reihe kleinerer Straßen, die in der Regenzeit unbefahrbar sind, zu Allwetterstraßen ausbauen,
- eine Anzahl von mittleren ungeteerten Provinzstraßen mit einer Asphaltdecke versehen und dadurch ihre Verkehrskapazität wesentlich erhöhen,
- einige größere Überlandstraßen durch abgelegene, und danach bevölkerte, agrarische Gebiete legen.

Dies entspräche wichtigen Zielen der brasilianischen Entwicklungsplanung, wie z. B.:

- Ausgleich der regionalen Unterschiede zwischen Nordosten und Zentrum des Landes.
- Garantie eines minimalen Lebensstandards für große Teile der brasilianischen Unterschicht (man schätzt, daß in den armen Regionen des brasilianischen Nordens und Nordostens etwa 30 Millionen Menschen leben).

Es würde langfristig unter gewissen Bedingungen auch ein Hauptproblem vieler Entwicklungsländer - aber auch Brasiliens als

eines halbentwickelten Landes - lösen: Das Problem der Landflucht.

Wir benutzen in dieser Arbeit immer wieder zur Veranschaulichung Beispiele aus Brasilien. Die Arbeit ist nämlich z. T. dort entstanden. Brasilien ist eines der interessantesten Experimentierfelder für Verkehrsinvestitionen in Entwicklungsregionen. Etwa ein Viertel des Bundeshaushalts wurde in den letzten Jahren jeweils durch das Ministerium für Verkehr ausgegeben. Entsprechend dem gewaltigen finanziellen Aufwand für den Bau von Verkehrswegen hat man auch die Forschung in Brasilien sehr weit vorangetrieben. Das Postgraduierten-Programm der Bundesuniversität von Rio de Janeiro z. B. gilt als das beste in Lateinamerika.

In Brasiliens Regierungen gibt es viele Verkehrsplaner, die die genannten Vorteile erkennen. Eine Reihe von ihnen haben neben der rein wachstumspolitischen auch eine stark sozialpolitische Zielsetzung: die Lebensbedingungen der einfachen ländlichen Bevölkerung zu verbessern. Es fehlen ihnen jedoch Evaluierungsinstrumente, mit denen sie die sozialen Wirkungen von Verkehrsinvestitionen adäquat messen können. Es fehlen ihnen Bewertungsmethoden, mit denen sie zeigen können, daß eine Reihe von Investitionen, die heute als Sozial-Investitionen gelten, nichts anderes sind als langfristig konzipierte Wachstums-Investitionen.

Dies ist in offensichtlichem Maße der Fall bei Bildungsinvestitionen: sie sind Produktionsfaktoren, die erst nach langer Zeit wirksam und in Produktion umgesetzt werden. Bei Verkehrsinvestitionen in Entwicklungsgebieten ist dies ähnlich: in den ersten Jahren haben sie im Vergleich zu Ballungsräumen ein geringes Verkehrsaufkommen. Daher ist z. B. die Amortisationsdauer von Überlandstraßen in Entwicklungsgebieten wesentlich länger als in entwickelten Gebieten. Oft dauert es länger als 15 Jahre, bis die Summe der Nutzen von "Entwicklungs-Straßen" größer ist als die Summe der Kosten.

Das gleiche gilt, wenn man als Bewertungskriterium das Benefit-Cost-Verhältnis benutzt. Immer werden die B/C-Relatio-

nen von Investitionsprojekten in entwickelten Räumen größer sein als in Entwicklungsgebieten.

Welche Gründe hat das? Wir glauben, daß hier vor allem zwei zu nennen sind:

Erstens werden die Evaluierungen aus prognosetechnischen Gründen selten über 15 - 20 Jahre hinaus angestellt. Man weiß noch zu wenig über die Beziehungen zwischen Verkehrsinvestitionen und sozio-ökonomischer Entwicklung; man ist daher bestrebt, keine Prognosen über zukünftige Verkehrsaufkommen aufgrund zukünftiger sozio-ökonomischer Entwicklung anzustellen, die 15 - 20 Jahre überschreiten. Diese wären aber nötig, damit die Projekte in Entwicklungsgebieten relativ besser abschneiden im Vergleich zu denen in den Ballungsräumen.

Zweitens bezieht man in der bisher fast durchweg gebrauchten Methode der Cost-benefit-Analyse kaum soziale Nutzen und Kosten in die Bewertung ein. Diese sind jedoch in Entwicklungsräumen aus verschiedenen Gründen, die vor allem durch die Wohlfahrtstheorie gegeben werden, von größerer Bedeutung als in Gebieten mit hohem Pro-Kopf-Einkommen. Auch hier benachteiligen die bisher angewandten Verfahren der Nutzen-Kosten Analyse die armen Regionen.

Daß dies so ist, ist vielen Politikern und Technokraten kaum bekannt; selbst Verkehrsplaner unterschätzen diese Benachteiligung der armen Gebiete immer wieder.

Unser Ziel ist es daher, diese beiden Nachteile der Evaluierungsverfahren darzustellen, zu kritisieren und, soweit möglich, zu verringern. Wir haben uns daher die Forschung mit den folgenden 3 Unterzielen vorgenommen:

1. Wir wollen zeigen, was an den bisherigen Methoden unzureichend ist.
2. Wir versuchen Vorschläge zu machen, wie man bestehende Modelle verbessern kann und
3. welche neuen Ansätze zur Evaluierung von Verkehrswegen in ländlichen Gebieten man entwickeln muß.

Wir hoffen, daß die Ergebnisse unserer Erörterungen aus Teil III eines Tages in die Evaluierungsrichtlinien einiger Entwicklungsländer bzw. internationaler Entwicklungsbanken eingearbeitet werden können. Die Weltbank hat begonnen, ihre Forschung auf ähnliche Gebiete zu lenken; auch brasilianische Stellen haben die Bedeutung von Straßen in agrarischen Entwicklungsräumen erkannt und sind auf der Suche nach geeigneten Evaluierungsmethoden.

Wir benutzen daher in dieser Arbeit häufig Literatur, welche in der Weltbank (IBRD) in Washington entstanden ist, und Erfahrungen, die dort gesammelt und (noch) nicht veröffentlicht worden sind. Die Weltbank hat unserer Meinung nach den größten in dieser Richtung spezialisierten Mitarbeiterstab und nicht umsonst in den letzten Jahren wohl die meisten Veröffentlichungen auf dem Gebiet von Verkehrsinvestitionen in Entwicklungsregionen gemacht.

Wir konzentrieren unsere Arbeit auf die Evaluierungsmethoden für e i n z e l n e Straßen in agrarischen Entwicklungsgebieten, nicht für ganze Verkehrssysteme; bestenfalls sind es Investitionsprogramme für mehrere Strassen gemeinsam, falls es sich um ähnliche Projekte handelt, die mit relativ einfachen Verfahren evaluiert werden können. Wir behandeln nur am Rande die großen, umfassenden Modelle wie das HARVARD-Modell für Kolumbien; denn eine kritische Durchsicht des Modells hat gezeigt, daß es noch weit davon entfernt ist, in der Praxis angewandt zu werden. Außerdem sind e i n f a c h e Evaluierungsverfahren für Straßen in landwirtschaftlichen Entwicklungsgebieten unserer Ansicht nach besonders wichtig, weil die Schwächen der gegenwärtigen Evaluierungstechniken bei Straßen in landwirtschaftlichen Entwicklungsgebieten auf folgenden beiden Gebieten liegen:

(1) man hat noch keine geeigneten einfachen Methoden, um den Nutzen für die Entwicklung einer Region, die aus den Transportkostenersparnissen entstehen, zu messen;

(2) die Arbeiten zur Evaluierung solcher Straßen berücksichtigen nur unzureichend die Verteilung der Nutzen von Straßeninvestitionen.

Um bessere Evaluierungsmethoden ausarbeiten zu können, die verschiedenen Arten von Straßen in Entwicklungsregionen gerecht werden, schlagen wir folgende Einteilung der Straßen in drei typische Fälle vor.

Fall I: - Straßen in relativ entwickelten Räumen, die schon ein hohes bestehendes Verkehrsvolumen aufweisen;

Fall II: - Straßen in halbentwickelten Räumen, die ein mittelmäßiges Verkehrsvolumen aufweisen und bei denen der Nutzen aus induziertem Verkehr so groß ist, daß das Projekt nicht rentabel wäre, wenn man ihn nicht in die Evaluierung einbezöge;

Fall III: - Straßen in sehr unterentwickelten Gebieten, wo noch extrem wenig Verkehr zwischen zwei Subregionen besteht und der induzierte Verkehr einen besonders großen Anteil am Gesamtverkehr ausmacht.

Unsere Analyse in Teil III wird sich hauptsächlich auf Straßen der Fälle II und III konzentrieren. Um die Nutzen für die wirtschaftliche Entwicklung analysieren zu können, fragen wir zunächst, worin sie bestehen. Wir fragen weiterhin, ob man sie mit der Methode der Kostenersparnisse messen kann, und wie weit man den Zuwachs an Wertschöpfung messen muß. Wir untersuchen dann, auf welchen Grundmodellen die bisherige Evaluierung von Straßen des Typs II und III basieren. Wir kritisieren diese Methode und zeigen die Grenzen ihrer Anwendbarkeit. Aus bestehenden Modellen schlagen wir dann eine eigene Methodik für die praktische Evaluierung von Straßen in agrarischen Entwicklungsgebieten vor.

2. Gang der Darstellung

Wir gliedern unsere Arbeit in drei Teile:

(I) Im Teil I definieren wir die Wirkungen einer Straßeninvestition in einer neuen, erweiterten Form, so daß die indirekten und nicht-ökonomischen Nutzen miteinbezogen werden, und zeigen, wo die Probleme der Messung solcher Nutzen liegen. Wir begründen zunächst, weshalb solche Wirkungen bei Straßeninvestitionen in ländlichen Gebieten nicht vergessen werden dürfen. Wir zeigen dann, welche Begriffsverwirrung in der Literatur herrscht, wenn man über die Wirkungen von Straßenverkehrsinvestitionen und ihre verschiedenen Typen wie "indirekte" und "sekundäre" Nutzen spricht.

Wir schlagen deshalb in Abschnitt I.A.2 eine Erweiterung des Nutzenbegriffs zum allgemeinen Begriff der positiven Wirkungen und eine neue, erweiterte Klassifikation der Typen des Nutzens von Straßeninvestitionen vor. Dabei wird eine vorläufige Erklärung gegeben, worin diese Nutzen bestehen. In Abschnitt I.A.3 zeigen wir dann, mit welchen beiden Grundmodellen die Nutzen gemessen werden, und welche Probleme der Nutzenmessung noch offen sind. Dies führt zur zentralen Fragestellung unserer Arbeit: Wie können "indirekte" und nicht-ökonomische Wirkungen von Straßeninvestitionen in ländlichen Entwicklungsregionen gemessen werden; wie weit kann man bestehende Methoden erweitern und wie weit müssen neue Ansätze gesucht werden.

Wir vergleichen erstmals die beiden Grundmethoden der Messung des ökonomischen Nutzens: die Methode der Kostenersparnisse (KE-Methode) und die Methode des Wertschöpfungs- oder des Produktionszuwachses (PZ-Methode) und stellen die Behauptung auf, daß diese Methoden sich mehr durchdringen und ähnlicher sind, als dies im allgemeinen erkannt wird. Daraus leiten wir unsere spätere Aufgabe ab, die Synthese beider Methoden zu versuchen, um eine bessere Evaluierungsmethode der rein ökonomischen Nutzen zu erhalten.

Im Teil I.B. zeigen wir, wie man die Nutzen als Kostenersparnisse in erweiterter und dennoch handlicher Form messen kann und wie die Nutzen in Form des Regionaleinkommens gemessen werden sollen. Auch diese Vorschläge sind Beiträge zu einer verbesserten Messung des Nutzens, allerdings bis dahin nur im Rahmen von bestehenden Modellen.

Wir vergleichen dann in I.C. die praktischen Erfahrungen, die man mit der Methode der Kostenersparnisse und der des Produktionszuwachses gemacht hat. Wir zeigen, daß man aufgrund von empirischen Ergebnissen nicht entscheiden kann, welche Methode für unsere Fragestellung in welcher Form vorzuziehen ist, und daß man folglich die theoretischen Grundlagen beider Methoden untersuchen muß. Dies tun wir im Teil II.

(II) Im Abschnitt II.A.1. und 2. werden zunächst die theoretischen Grundlagen der KE-Methode anhand der Theorie der Konsumentenrente untersucht und kritisiert.
Im Abschnitt II.A.3. und 4. untersuchen wir die theoretischen Grundlagen der PZ-Methode anhand eines produktionstheoretischen Modells. Dabei wird auch gezeigt, auf welche Weise man einige der sogenannten sozialen Auswirkungen von Straßeninvestitionen in Produktionszuwachs übersetzen kann und wie man Investitionspakete mit sozialen Komponenten evaluieren kann. Wir wägen dann die Vor- und Nachteile dieses Ansatzes für unsere Anwendung in ländlichen Straßen ab. Schließlich ordnen wir unsere Erfahrungen aufgrund der Untersuchung der Methode der Konsumentenrente ein in unser Grundschema, in dem die Kostenersparnisse als Determinante des Produktionszuwachses aufgefaßt werden.

Bei der Untersuchung der KR-Methode stellt sich heraus, daß bei ihr die Prognose des Verkehrsvolumens unzureichend ist, bei der PZ-Methode zwar ausreichend, aber zu teuer. Wir untersuchen daher in Abschnitt II.B., wie weit Modelle der multiplen Regressionsanalyse oder iterative Simulationsmodelle als vereinfachte Modelle zur Verkehrsprognose in ländlichen Entwicklungsregionen praktisch angewandt werden können.

Abschließend stellen wir im Teil II.C. einige theoretische Erweiterungen zur KR-Methode dar, welche für unser "Kompromiss-Modell" wichtig sind, das wir im Teil III.A. entwickeln. Wir halten diesen Abschnitt für sehr wichtig, weil er zeigt, wie komplex die Methode der Konsumentenrente ist, und wie vorsichtig man mit Vereinfachungen in der Praxis sein muß. Wir glauben, dabei ein wenig über die bisherige Literatur hinausgegangen zu sein.

(III) Im Teil III dieser Arbeit versuchen wir die Grundlagen für verschiedene verbesserte Evaluierungsmodelle in ländlichen Entwicklungsregionen zu legen. Wir verfolgen zwei Wege, auf denen das geschen kann:

(1) Indem man einfache Modelle wie das der Konsumentenrente differenzierter bzw. komplexe Modelle wie die produktionstheoretischen einfacher macht bzw. ein Kompromissmodell zwischen beiden sucht. Das geschieht in den Abschnitten III.A. und III.B.

(2) Indem man beide Arten von Methoden durch andere Verfahren ergänzt, die bisher bei Straßenevaluierungen noch kaum üblich sind. Dies tun wir in den Abschnitten III.C. bis III.F.

Im Abschnitt III.A. suchen wir (a) nach einer anwendbaren Erweiterung der KR-Methode und (b) nach einer praktisch anwendbaren Kombination der KR- und der PZ-Methode. Damit leiten wir eine, wie wir glauben, verbesserte Evaluierungsmethode für die Mehrzahl der Straßen des Falles II her, bei denen der Entwicklungsnutzen schon eine wichtige, wenn auch nicht die entscheidende Rolle spielt. Wir schlagen eine "erweiterte KR-Methode" vor und zeigen, bei welchen Projekten man beide Methoden in einer Evaluierung verschmelzen kann.

Im Abschnitt III.B. zeigen wir dann die Grundlinien für eine vereinfachte, praktisch anwendbare Methode auf, mit der der Produktionszuwachs gemessen wird. Sie soll für die Mehrzahl der Fälle III von Straßen verwendet werden.

Im Abschnitt III.C. wird dann die Benutzung der Kosten-Wirksamkeitsanalsyse als Rahmen oder als Ergänzung zur ökonomischen Analyse vorgeschlagen. Es wird untersucht, welche Kombination der bisher benutzten KWA-Modelle am günstigsten für Evaluierungen in ländlichen Gebieten ist. Wir schlagen daraufhin ein eigenes Modell vor und stellen dessen Anwendung an einem praktischen Beispiel dar, so daß alle theoretischen Erörterungen veranschaulicht und zusammengefaßt werden.

Im Abschnitt III.D. werden Vorschläge gemacht, wie das Hauptproblem der theoretisch guten Evaluierungsmodelle, der große Datenbedarf, gelöst werden kann: durch geschickte Erfassung der Erfahrungen von Evaluierungsexperten durch eine Anordnung der Fragestellung im DELPHI-Verfahren und durch Luftaufnahmen.

Im Abschnitt III.E. schließlich stellen wir die Benutzung von Modellen der Risiko-Analyse für Straßen des Falles I dar und schlagen ein vereinfachtes Modell zur Berücksichtigung des Risikos bei den Straßentypen II und III vor.

Unsere Vorschläge für eine verbesserte Evaluierungsmethodologie für Verkehrswege in ländlichen Entwicklungsgebieten schließen wir mit einigen ergänzenden Empfehlungen ab.

Wir benutzen in dieser Arbeit hauptsächlich Ansätze, die schon in der Literatur bestehen. Für die Leser, die vor allem interessiert sind an den Fragestellungen, die neu oder in gewissem Maße neu gelöst bzw. interpretiert sind, seien die folgenden genannt:

Wir versuchen im Laufe der gesamten Arbeit, die theoretischen Evaluierungsmethoden auf ihre praktische Anwendbarkeit hin zu prüfen. Wir versuchen zu zeigen, welches die Vor- und Nachteile der beiden hauptsächlichen Ansätze der Nutzen-Kosten-Analyse für Straßen in Entwicklungsregionen sind: der Methode der Konsumentenrente gegenüber der Methode des Wertschöpfungszuwachse Wir zeigen im Verlauf dieser Darstellung, daß die beiden Me-

thoden nicht völlig verschiedener Art sind, sondern daß und wie sie sich durchdringen und ergänzen.

Dazu sind wir im Abschnitt III.A.2. teilweise und in den Abschnitten III.A.3. bis III.A.5. weitgehend über die bisherige Literatur hinausgegangen. Für diese neuen Ansätze bitten wir um kritische Hinweise. Das gleiche gilt für den Abschnitt I.A.3., wo wir versuchen, die verschiedenen Meßverfahren erstmals zu vergleichen. Auf diesen Gebieten haben wir keine Beteiligung mehr in der vorhandenen Literatur gefunden. Überhaupt ist der Bestand an Literatur, mit dem diese Teile der Arbeit verglichen werden können, extrem klein.

Im Teil I.C. versuchen wir, ein Testschema anzugeben, mit dem die beiden Grundmethoden auf ihre Qualitäten hin empirisch getestet werden könnten. Auch hier können die Zwischenergebnisse Anlaß zur Diskussion geben.

Im Abschnitt II.A.5. und II.A.6. versuchen wir, die Chancen eines produktionstechnischen LP-Wertschöpfungsmodells für den Einsatz in der praktischen Evaluierung zu bewerten. Unsere Hypothesen müßten noch durch viele Tests bestätigt werden.

Am Teil III.B., wo wir die Grundzüge für ein einfaches Wertschöpfungs-Modell zu geben versuchen, müßte noch von einem interdisziplinären Team weitergearbeitet werden. Dies gilt überhaupt für den Gegenstand der ganzen Arbeit: Unsere theoretischen Beiträge zur Verschmelzung der Methoden des Produktionszwecks und der Konsumentenrente müßte durch intensive Arbeit von praxisorientierten Wissenschaften in eine Anzahl von Evaluierungsschemata und -Modellen umgearbeitet werden.

Einzelne neue Beiträge versuchten wir auch in den Abschnitten III.C.9. und III.C.10. zu geben, wo wir ein praktisch anwendbares Verfahren der Kosten-Wirksamkeits-Analyse für ländliche Zubringerstraßen vorschlagen.

Teil I: Die verschiedenen Definitionen und Methoden der Messung des Nutzens von Straßenverkehrs-Investitionen

In diesem Teil legen wir die definitorischen Grundlagen für die Arbeit und erklären, welche Schwerpunkte wir in der Untersuchung setzen wollen. Außerdem werden die verschiedenen grundsätzlichen Möglichkeiten dargestellt, wie die Wirkungen von Straßenverkehrsinvestitionen gemessen werden können.

I.A. Bedeutung, Klassifikation und grundlegende Meßverfahren

I.A.1. Die Bedeutung und Klassifikation von Straßeninvestitionen in ländlichen Entwicklungsgebieten

I.A.1.a. Weshalb sind Straßeninvestitionen gerade in ländlichen Entwicklungsregionen von besonderer Bedeutung?

Nach offiziellen Schätzungen leben etwa 85 % der 750 Millionen Armen der Entwicklungsländer in absoluter Armut[1]. Absolute Armut wird definiert als Pro-Kopf-Einkommen pro Jahr von 50 US-Dollar oder weniger. Die anderen 15 % werden als relativ arm bezeichnet; sie haben zwar Einkommen über 50 US-Dollar, aber weniger als ein Drittel des durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommens ihres Landes.

Etwa 80 % dieser 750 Millionen Armen, so schätzt man, leben in ländlichen Gegenden. Landwirtschaft ist die Hauptbeschäftigung von vier Fünfteln dieser Armen auf dem Lande. Es gibt etwa 80 Millionen Kleinst-Bauernhöfe von weniger als zwei Hektar und etwa 30 Millionen Klein-Pächter. Trotz der hohen Raten von Landflucht beträgt das Wachstum der Bevölkerung auf dem Land immer noch ca. 2 % pro Jahr.

Straßen sind eine "Conditio sine qua non" in diesen ländlichen Zonen. Ohne Tausende von Kilometern von Straßen einfacher Bauart können weder Düngemittel noch Landmaschinen, weder Schulungsprogramme noch Gesundheitseinrichtungen in diese Gegenden gelangen. Ohne die Verbesserung dieser Straßen in Allwetterstraßen kann keine Arbeitteilung zwischen Stadt und Land stattfinden; - eine der Grundvoraussetzungen für ein höheres Pro-Kopf-Einkommen und die Verringerung des Einkommensgefälles zwischen Stadt und Land.

Daher sind einfache Straßen in ländlichen Entwicklungsgebieten von extremer Wichtigkeit und betreffen eine gewaltige Bevölkerungszahl von etwa 600 Millionen Mensch. Die Arbeit an der

---

1) Die Zahlen sind entnommen aus: INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT: World Bank Sector Policy Paper "Rural Development", Washington, Februar 1975.

Verbesserung einer Evaluierungsmethode für diese Straßen hat daher allergrößte Breitenwirkung und Bedeutung.

I.A.1.b. Die Bedeutung von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen (LZS), und weshalb wir uns mit ihnen bevorzugt beschäftigen

Der Bau von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen[1] in Entwicklungsländern ist während der letzten beiden Jahrzehnte häufig vernachlässigt worden. Dies steht in erstaunlichem Gegensatz zu der Tatsache, daß Knappheit an Nahrungsmitteln immer wieder zu Ernährungskrisen in Entwicklungsländern, manchmal sogar zu Hungersnöten geführt hat. Welches sind die wichtigsten Gründe dafür?

(1) Zentralregierungen haben eine Tendenz, die Einheit und Erreichbarkeit aller Teile des Landes besonders hoch zu bewerten. Das führt in zentralistisch geführten Entwicklungsländern zur Bevorzugung von Überlandstraßen.

(2) Entwicklungsbanken haben oft eine komplizierte Nutzen-Kosten-Analyse für die Rechtfertigung eines Kredits gefordert. Die Techniken dazu wurden oft aus Industrieländern einfach übertragen und paßten nur auf große Straßen.

(3) Man hoffte in den beiden ersten Dekaden nach dem zweiten Weltkrieg, den Sprung nach vorn vorwiegend durch Industrialisierung zu schaffen. Diese Hoffnungen haben sich nur zum Teil erfüllt. Probleme der Landflucht, der Unterernährung und der ungleichen Verteilung von Kapitalgütern und Einkommen zwischen industrialisierten und landwirtschaftlichen Entwicklungszonen haben den Blick wieder zurück auf die Landwirtschaft gelenkt.

---

1) Wir nennen sie auch "ländliche Zubringerstraßen", falls die Landwirtschaft noch nicht entwickelt ist, und kürzen beide Ausdrücke ab als "LZS".

Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, daß man versuchen muß, eine Methode zur Evaluierung gerade der LZS zu entwickeln, also von Straßen, die hauptsächlich unter den Typ III unserer Klassifizierung fallen. Das ist der Hauptgrund, weswegen wir uns im Abschnitt III.A. und III.B. vorwiegend mit LZS beschäftigen.

Der zweite Grund ist der Stand der heutigen Forschung:
Die Umsetzung der Transportkosten-Ersparnisse in wirtschaftliches Wachstum ist am einfachsten darstellbar am Beispiel einer LZS mit der einfachen Wirtschaftsstruktur, in die sie eingebettet ist; mit anderen Worten: die Entwicklung der theoretisch weitgehend befriedigenden PZ-Methode (im Unterschied zur Methode der Kostenersparnisse) ist am weitesten fortgeschritten für die LZS-Regionen. Sie kann zu relativ guten Schätzungen führen, wenn man genügend Daten beschafft.

I.A.1.c. Die besondere Bedeutung der Messung von langfristigen Wirkungen bei Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen

In ländlichen Entwicklungszonen fehlen einige wichtige Produktionsfaktoren oder sind extrem knapp: Berufsausbildung ist einer der wichtigsten, Ausrüstung mit Kapital ein weiterer bedeutender Faktor. Selbst wenn die Infrastruktur durch Straßeninvestitionen bereitgestellt wird, stellen sich Veränderungen im Produktionsniveau nur relativ langsam ein. Zusatzinvestitionen in Bildung und zur Kreditversorgung von Kleinstunternehmen sind jedoch besonders teuer. Aus diesen Gründen haben viele Straßenprojekte erste Erfolge erst später gezeigt als geplant.

In einer entwickelten Region kann man die langfristigen Entwicklungswirkungen beinahe vergessen. Das Verkehrsvolumen wird schon am Tage der Eröffnung der Straße so hoch sein, daß die Nutzen, ob gemessen in Kostenersparnissen oder in Wertschöpfung,

schon im Durchschnitt der ersten fünf Jahre ähnlich groß sind wie im Durchschnitt der letzten fünf Jahre der Lebensdauer einer Straße. Andere Entwicklungen in der Wirtschaft oder in den sozialen Sektoren würden auch stattfinden ohne die spezielle Straße, weil die Dichte des Verkehrsnetzes schon ziemlich hoch ist. Eine marginale Steigerung in der Dichte des Verkehrsnetzes wird in entwickelten Regionen nur zu einer sehr niedrigen marginalen Wertschöpfung führen.

In den ländlichen Regionen von Nordostbrasilien z. B. ist die Situation beinahe umgekehrt. In diesen Regionen gibt es nur sehr wenig umgeleiteten Verkehr, weil das Verkehrsnetz noch so rudmentär ist, daß man einen Ort nicht über zwei oder mehr Strecken erreichen kann. Der Zuwachs an Verkehrsvolumen besteht beinahe ausschließlich in induziertem Verkehr, welcher vorher in dieser Region oder Mikroregion nicht existierte. Außerdem werden das Verkehrsvolumen und die Wertschöpfung anfangs nur sehr langsam wachsen; ihr durchschnittliches Niveau in den ersten fünf Jahren der Lebensdauer der Straße wird wesentlich abweichen von dem der letzten fünf Jahre. Dennoch kann man häufig sagen: obgleich das a b s o l u t e Wachstum der Produktion, die der Straße theoretisch zuzuschreiben ist, bescheiden ist, wird das r e l a t i v e Wachstum (die Wachstumsrate) in ländlichen Gegenden häufig größer sein als in entwickelten Gegenden.

Das Kriterium des relativen Wachstums halten wir für wichtiger als das des absoluten; denn nur damit kann man letztlich erreichen, daß sich die Unterschiede im Entwicklungsstand zwischen armen und reichen Regionen langfristig ausgleichen. Würde man nur das absolute Wachstum maximieren wollen (ohne die Nebenbedingung einer ausgeglichenen Einkommensverteilung), so würde man, zumindestens mittelfristig, nur in entwickelten Gebieten eines Landes investieren (hier gilt das alte, oft gebrauchte Beispiel aus den Anfängervorlesungen für Studenten der Volkswirtschaft: wenn ein Mann zehn Anzüge hat und bekommt einen

dazu, so wächst sein Bekleidungskonsum um 10 %; hat er dagegen nur einen Anzug und bekommt einen dazu, so hat er 100 % Wachstum).

Trotz der Einfachheit der Zusammenhänge wird in Entwicklungsländern das Volkseinkommen oft nur kurz- oder mittelfristig maximiert. Hätte man das langfristige Maximum im Auge, so würde man bei Straßeninvestitionen mehr die langfristigen Wirkungen evaluieren und käme damit zu einer relativ besseren Rentabilität von Investitionen in ländlichen Entwicklungsregionen. Dies gilt schon, wenn man lediglich die rein ökonomischen Effekte als Nutzen betrachtet.

I.A.1.d. Die besondere Bedeutung der Messung von nicht-ökonomischen Wirkungen bei Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen

Zunächst sollen die wichtigsten nicht-ökonomischen Wirkungen (wir nennen sie synonym auch "soziale und politische Wirkungen") beschrieben werden. Oft haben soziale und politische Wirkungen eine ökonomische Komponente. Das ist der Teil der Wirkung, welcher dem Ziel "Maximierung der Wertschöpfung" dient. Der Rest dieser Wirkungen dient einem sozialen oder (sonstigen) politischen Ziel. Wir sind uns natürlich im klaren, daß eine eindeutige Abgrenzung nicht möglich ist. Unter politischem Ziel verstehen wir Ziele, die nicht durch die Programme der traditionellen Sozialpolitik beschrieben werden (wie Gesundheitswesen, Erziehungswesen), die aber sonstige Grundrechte des Menschen repräsentieren. Das Recht auf einen Arbeitsplatz, das in ländlichen Regionen oft nur durch Landreform durchgesetzt werden kann, stellt ein typisch politisches Ziel dar.

Beispiele für nicht-ökonomische Effekte und ihre ökonomische Komponente

(1) - Investitionen auf dem Erziehungssektor. Diese zählen zunächst zu nicht-ökonomischen Investitionen. Man kann sie aber teilweise auch als langfristig wirksame ökonomische Investitionen betrachten, d. h. Investitionen, die einen Produktionsfaktor, in diesem Falle den makro-ökonomischen Faktor Technologie, beeinflussen. Man sollte sich aber davor hüten, Erziehung und andere nicht-ökonomische Effekte gänzlich in Wertschöpfung zu übersetzen versuchen. Das erhöht zwar die Berechenbarkeit, wird aber der Tatsache nicht gerecht, daß "Erziehung" ein selbständiges Ziel ist, das dem ökonomischen gleichgeordnet ist.

(2) - Gesundheit. Bei den Investitionen in die Gesundheit verhält es sich sehr ähnlich wie bei der Erziehung. Auch hier werden Bedürfnisse befriedigt, die dem Bedürfnis des materiellen Mindestkonsums von vornherein gleichwertig sind. Gleichzeitig gibt es jedoch eine materielle Komponente, die unter gewissen Voraussetzungen durch die Nutzen-Kosten-Analyse bewertet werden kann. Die Gesundheit hebt die Produktivität des makro-ökonomischen Faktors "menschliche Arbeitskraft", Insofern ist sie schon in der ökonomischen Nutzenberechnungsmethode (Nutzen gemessen als Produktionszuwachs) enthalten.

(3) - Ähnlich sind die sozialen Effekte "Altersversorgung" und "Krankenversicherung" zu betrachten, zwei Formen der sogenannten Sozialversicherung, welche in ländlichen Regionen oft erst als Folge einer Straße entstehen.

(4) - Politische Rechte. Nutzen aus politischen Rechten ist ähnlich zu betrachten wie der Nutzen aus den Investitionen in Erziehung und Gesundheit. Politische Rechte stellen ein grundlegendes Bedürfnis an sich dar, das dem Bedürfnis des materiellen Existenzminimums gleich- oder sogar höhergeordnet ist. Dennoch können auch poli-

tische Rechte teilweise als ein Produktionsfaktor betrachtet werden, der den makro-ökonomischen Faktor "Technologie" beeinflußt, im Sinne etwa des betriebswirtschaftlichen Faktors "Organisation". Dies soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden:

Im Nordosten Brasiliens gibt es eine Reihe von Latifundien mit geringer Produktivität. Diese Agrarstruktur läßt bisher nicht zu, daß sich Kooperativen von Kleinbauern bilden, die mittelfristig eine höhere Produktivität haben können. Die Eröffnung einer gut ausgebauten Straße in abgelegenen Gebieten des brasilianischen Nordostens kann darauf folgenden Einfluß haben: Die Agrarreform-Behörde "INCRA" kann durch die verbesserte Straße in diese Gebiete vordringen und die gesetzlich vorgeschriebene Agrarreform durchführen. Ohne gute Verkehrsverbindungen würde sie das nicht machen können.

Unter den Nutzen "Politische Rechte" fallen auch die in Entwicklungsgebieten besonders wichtigen Nutzen aus einer verbesserten Einkommens- und Vermögensverteilung. Dieses Ziel sollte in den Nutzen-Kosten-Analysen auf alle Fälle erscheinen. Falls Quantifizierbarkeit aus methodischen oder finanziellen Gründen nicht möglich ist, sollte dies zumindest unter den intangiblen Nutzen berücksichtigt werden.

Bei den sozialen Nutzen können also zwei Nutzenteile unterschieden werden, die nicht doppelt gezählt werden dürfen: ein autonomer Teil, der einen Nutzen in Bezug auf nicht-ökonomische Ziele darstellt; und ein Anteil, der einen Nutzen in Bezug auf das ökonomische Ziel "Produktionszuwachs" darstellt.

(5) - Eine besondere Art von Nutzen kann theoretisch noch angefügt werden: wir nennen ihn "potentieller Nutzen für zukünftige Produktionen am Ende des Evaluierungszeitraums" (von z. B. 20 Jahren).

Am Ende einer ex post-Evaluierung kann z. B. folgendes festgestellt werden: der Ausbildungsstand in dem Gebiet, das durch eine Straße an das allgemeine Straßensystem angegliedert wurde, ist derart gewachsen, daß gelernte Arbeitskräfte zur Verfügung stehen, die keine Arbeit in dieser Region finden, weil es an Industrie-Investitionen fehlt. Diese Arbeitskräfte wandern ab in die Großstädte oder arbeiten in dem Entwicklungsgebiet in einer Beschäftigung, die ihren Ausbildungsstand nicht ausfüllt.

Was heißt dies in der Sprache der Produktionstheorie? Der Faktor "Technisches Wissen" ist auf einem relativ hohen Niveau, während der Faktor "Kapital" auf einem niedrigen Niveau geblieben ist. Deswegen wurde in der Zeit der Nutzenerfassung der Straße (2o Jahre) ein zu geringer Produktionszuwachs gemessen. In der Zeit danach könnte, falls Kapital von außerhalb der Entwicklungsregion beschafft werden kann, die Wachstumsrate der Produktion wesentlich größer sein. Es ist natürlich fraglich, ob man diese Wachstumsrate schätzen und ob man damit den Nutzen in Geldwerten ausdrücken kann. Man könnte sich aber darauf beschränken, ihn in folgender Form darzustellen: Während des Evaluierungszeitraums des Projektes (20 Jahre) ist das durchschnittliche Niveau der Alphabeten dieser Region vom Niveau der ersten auf das Niveau der fünften Grundschulklasse heraufgerückt. 50 % der Bevölkerung dieser Ausbildungsschicht sind jedoch noch zu Arbeitsbedingungen angestellt, die dem Niveau der ersten Grundschulklasse entsprechen. Auf diese Weise hat man zwar keine monetären Nutzenwerte, aber immerhin quantifizierte Nutzenwerte. Sie können dann in Produktionszuwachs umgerechnet werden, wenn man weiß, welche Kosten für die Investition in die anderen Produktionsfaktoren benötigt werden.

Ein ähnlicher Fall ist der folgende: durch eine Straße ist fruchtbares Neuland erschlossen worden, das im Ablauf von

20 Jahren noch nicht bebaut werden konnte, weil es mangels eines geeigneten Kreditsystems für ländliche Kleininvestitionen an Investitionen in landwirtschaftliche Maschinen oder Dünger fehlte. Auch hier befindet sich der Produktionsfaktor "Boden" auf einem höheren Niveau als die anderen Produktionsfaktoren. Dadurch ist keine kostenminimale Produktion möglich. Würden die Mengen der knappen Produktionsfaktoren durch zusätzliche Investitionen auf das kostenminimale Niveau aufgestockt werden, so entstünde sprunghaft eine zusätzliche Produktion, die zum Teil als Nutzen der Straße betrachtet werden kann.

In beiden Fällen handelt es sich um eine Nutzenart, die wir auch nennen möchten: "Nutzen in Form von potentieller Produktion". Er stellt einen Sonderfall dar, der zwischen nichtökonomischen und ökonomischen Effekten angesiedelt ist. Theoretisch sollte man auch diesen Nutzen messen, praktisch wird es kaum möglich sein.

Weshalb sind nun Änderungen auf sozialem oder politischem Gebiet wie Erziehung, Gesundheit und Landreform meistens von höherer Bedeutung, wenn sie in unterentwickelten, vorwiegend ländlichen Gebieten stattfinden, als die gleichen Änderungen, wenn sie in entwickelten Gebieten als Folge von Straßeninvestitionen auftreten?

Die Begründung kann aus der Nutzentheorie genommen werden: wir nehmen an, daß hier auch so etwas wie ein Gesetz vom abnehmenden Grenznutzen zutrifft. Der Nutzenzuwachs ist dann höher, wenn der Zuwachs im Gesundheits- und Erziehungsniveau von einem geringen Niveau ausgeht, statt von einem hohen Niveau wie in besser entwickelten Regionen. Dennoch werden die sozialen Effekte bei Straßeninvestitionen bisher praktisch noch viel zu wenig beachtet.

Es gibt ein zweites Argument, weswegen nicht-ökonomische Nutzen stärker als bisher berücksichtigt werden müssen, damit Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen "gleiche Chancen" haben wie die in entwickelten Gebieten: viele Änderungen auf sozialem Gebiet wie Erziehung und Gesundheit werden nur in ihrem ökonomischen Ergebnis gemessen werden, nämlich als Wertschöpfung einer Region. Die Umsetzung in Wertschöpfung dauert aber, ähnlich wie bei den ökonomischen Wirkungen, meist länger als in entwickelten Regionen. Deshalb muß man vom Standpunkt der Theorie der NKA auch fordern, daß die langfristigen n i c h t - ökonomischen Wirkungen besser als bisher in die Evaluierung einbezogen werden sollten.

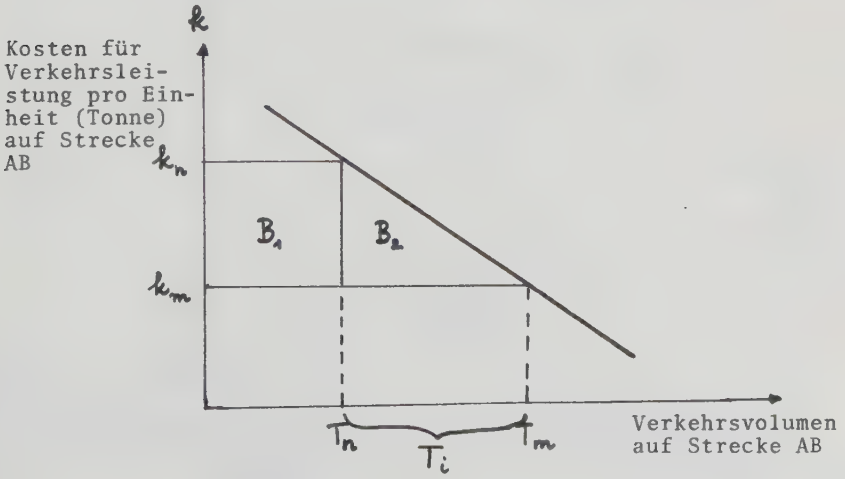
Soweit sie sich innerhalb von einem Evaluierungszeitraum von 10 bis 20 Jahren nicht in Wertschöpfung umgesetzt haben, sind sie als "potentielle" Wertschöpfung zu betrachten und können nicht mehr mit Modellen evaluiert werden, wie wir in Abschnitt II.A.3. dargestellt haben. Sie können, soweit überhaupt, nur noch ungefähr mit Hilfe der Kosten-Wirkungsanalyse erfaßt werden.

I.A.1.e. Einteilung von Straßen in Entwicklungsregionen

In den letzten Jahren haben viele Entwicklungshilfe-Institutionen begonnen, sich mehr um die Armut auf dem Lande zu kümmern. Im Zuge dessen hat sich herausgestellt, daß die Evaluierungsmethoden für ländliche Zubringerstraßen weder in der reinen Form der Kostenersparnisse noch in der ausschließlichen Anwendung der Methode des Produktionszuwachses für die Praxis ausreichend waren. Daher ist man auf der Suche nach einer sinnvollen Kombination beider Methoden. Dies gilt vor allem auch für die Arbeit der Weltbank.

Im allgemeinen werden bei der Evaluierung von Straßen in Entwicklungsregionen die Nutzen in zwei Gruppen aufgeteilt: Nutzen für den bestehenden bzw. normalen Verkehr, (T_n), und Nutzen für den neugeschaffenen oder induzierten Verkehr T_i. Der Nutzen für den normalen Verkehr (welcher den umgeleiteten Verkehr einschließt wird durch das Rechteck B_1 angegeben, der Nutzen aus neugeschaffenem oder induziertem Verkehr dagegen unter gewissen Annahmen durch das Dreieck B_2 in Figur I.A.(1). Bei zahlreichen Nachevaluierungen, die z. B. die Weltbank durchgeführt hat, hat sich gezeigt, daß man den Entwicklungsnutzen oft falsch prognostiziert hat.

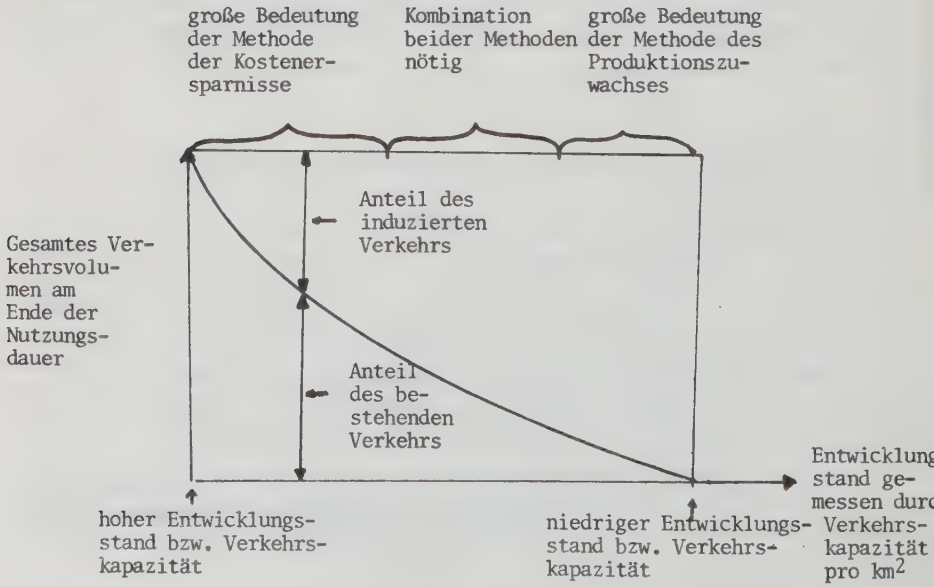
Die Höhe der Abweichung zwischen geschätzten und tatsächlichem induzierten Verkehrsvolumen schwankte aber bei verschiedenen Arten von Zubringerstraßen verschieden stark. Bei Straßen in Gebieten mit hoher wirtschaftlicher Aktivität waren die Schwankungen gering; bei solchen in ländlichen, kaum entwickelten Gebieten waren die Abweichungen groß. Dazwischen gibt es eine große Anzahl von Fällen, wo die Schwankungen mehr oder weniger groß waren.



Figur I.A.(1)

Das Verhältnis zwischen dem Nutzen aufgrund des normalen Verkehrs (B_1) und dem Nutzen aufgrund des induzierten Verkehrs (B_2)

Dieses Ergebnis legt es nahe, die Wahl der Evaluierungsmethode abhängig zu machen von Größen wie der Intensität der ökonomischen Aktivität oder dem Entwicklungsstand des Gebietes, durch das die Zubringerstraße führt. Je höher der Entwicklungsstand ist, desto größer ist der Anteil des bestehenden Verkehrs, und desto genauer werden vermutlich die Nutzen durch die Methode der Kostenersparnisse erfaßt. Umgekehrt gilt: je niedriger der Entwicklungsstand ist, - desto geringer ist im allgemeinen der Anteil des bestehenden Verkehrs am gesamten Verkehrsvolumen am Ende der Lebensdauer des Projekts; und desto mehr muß man möglicherweise die Methode des Produktionszuwachses anwenden, um den induzierten Verkehr einigermaßen genau zu schätzen. Diese Vermutung wollen wir in dieser Arbeit zu beweisen versuchen.
Graphisch kann das wie folgt dargestellt werden (Figur I.A.(2):



Figur I.A.(2): Wahl der Evaluierungsmethode als Funktion des Anteils des induzierten Verkehrs am Gesamtverkehr

Man müßte also streng genommen eine große Anzahl von Kombinationen zwischen beiden Methoden vorschlagen, um in der Praxis die kostengünstigste Methode anwenden zu können. Für die Theorie genügen jedoch die drei Fälle, die wir in der Einleitung schon kurz erwähnt hatten:

Fall I) Straßen in Entwicklungsgebieten, wo das Niveau der ökonomischen Aktivität und die Verflechtung zwischen den Branchen schon relativ hoch ist und wo zwischen vielen Orten konkurrierender Verkehr besteht. Der Verkehr auf der neuen Straße wird daher zu relativ großen Teilen aus umgeleitetem Verkehr bestehen, der Anteil des induzierten am gesamten Verkehrsvolumen wird gering sein. Die Straße kann im allgemeinen auch ohne den Nutzen aus neugeschaffenem Verkehr gerechtfertigt werden. Komplementärinvestitionen sind nicht notwendig.

Fall II) Straßen zwischen den Fällen I) und III), wo das Niveau der ökonomischen Aktivität niedriger ist, wo die Straße relativ wenig konkurrierende Verkehrsverbindungen hat und ein beachtlich induzierter Verkehr entsteht. Die Investition kann im allgemeinen nicht ohne den Nutzen aus dem induzierten Verkehr gerechtfertigt werden.

Fall III) Straßen in relativ schwach entwickelten Gebieten, wo die Straße zwar eine B e d i n g u n g s i n e q u a n o n für die Entwicklung ist, aber nicht die einzige. Es besteht wenig oder gar kein konkurrierender Verkehr und daher auch wenig oder gar kein umgeleiteter Verkehr, sobald die Straße gebaut ist. Der Anteil des induzierten Verkehrs am gesamten Verkehr mit der Straße ist im allgemeinen größer als 50 %. Fast immer sind Komplementärinvestitionen nötig, damit die Investition ökonomisch gerechtfertigt werden kann.

Wir werden unsere Erörterungen auf die Fälle II und III

konzentrieren.

I.A.1.f. Der Umfang der Kostenseite bei Investitionen in ländlichen Entwicklungsregionen

Wir fragen hier: welche Arten von Investitionen sollen auf der Kostenseite der Nutzen-Kosten-Analyse gezählt werden, falls die Nutzenseite durch den Produktionszuwachs berechnet wird? Als ö f f e n t l i c h e Investitionen, welche in Produktionszuwachs resultieren, können zwei Arten definiert werden:

(a) die Kostenseite besteht aus der Straßeninvestition (oder sonstiger Verkehrsinvestition) als einziger (öffentlicher) Investition;

(b) die Kostenseite der Evaluierung besteht aus der Verkehrsinvestition mit allen öffentlichen Komplementärinvestitionen, falls diese vorhanden sind.
Alle nachteiligen Wirkungen der Investition, soweit quantifizierbar, sind ebenfalls als Kosten zu betrachten. Obwohl es in ländlichen Regionen weniger ins Gewicht fallen wird (z. B. keine Lärmbelästigung oder Umweltverschmutzung), sollten sie nicht übersehen werden.

Nur so ist es möglich, den Teil des Produktionszuwachses, welcher nicht durch natürliches Wachstum entstanden ist, ausschließlich der öffentlichen Investition zuzurechnen.

Dem Wachstum, das durch private Investitionen (Kauf von LKW und PKW z. B.) entstanden ist, wird in diesem Falle nicht auf der Kostenseite der Nutzen-Kosten-Analyse Rechnung getragen. Dies ist, gesehen vom Standpunkt der privaten Investitionsrechnung und vom Standpunkt der Cost-Effectiveness-Analyse, eine zu enge Definition. Wir halten sie jedoch für den Fall der ländlichen Straßen für praktischer. Der Kauf von LKW wird genau so als Ergebnis der Kostenersparnisse angesehen

wie der höhere Konsum in Form von besserer Kleidung oder mehr PKW. Das ist ein typischer Fall von sekundären Benefits, wenn man als "zweite Runde" definiert: die Wiederverwendung des zusätzlichen Einkommens für Investition oder Konsum durch den privaten Sektor der ländlichen Region (die wenigen Fahrzeuge, die mit Ersparnissen aus der Zeit während der Fertigstellung der Straße gekauft wurden, sind nicht erheblich). Wir halten es aber für wichtig, solche Investitionen wie öffentliche zu betrachten und auf der Kostenseite einzuschließen, die mit Ressourcen v o n a u ß e r h a l b der Region gemacht wurden. Wir denken dabei an die Installation von modernen Fazendas in Urwaldgebieten von Nordbrasilien; diese werden mit Gewinnen von Firmen aus Sao Paulo finanziert, also mit Produktionszuwächsen, die außerhalb der ländlichen Region erwirtschaftet wurden.

Nicht auf der Kostenseite der NKA werden also nur solche privaten Investitionen erfaßt, die n a c h der Straßeninvestition aufgrund der in der Region anfallenden Kostenersparnisse finanziert werden konnten.

Nach dieser Abgrenzung wird es später leichter sein, die Frage anzugeben:

Wie soll das natürliche Wachstum der Produktion in der Region vorausgesagt werden?

Grundsätzlich gibt es zwei Situationen:

(1) Es liegen frühere Statistiken über den Produktions- und Einkommenszuwachs vor und über die Daten, aus denen er sich errechnet, oder

(2) sie liegen nicht oder nur teilweise vor.

Im Falle (1) kann man diese Daten einfach extrapolieren unter einer wichtigen Voraussetzung: daß keine zurückliegende öffentliche oder außerregionale Investition das Ergebnis des Wertschöpfungszuwachses zu positiv hat ausfallen lassen, und daß

sie nicht mehr wesentlich in die Periode der Straßennutzung hineinwirkt, insbesondere nicht durch Multiplikatoreffekte in Bezug auf Einkommen und Beschäftigung.

I.A.2. Ein Definitionsschema für die Klassifikation der Wirkungen von Straßenverkehrsinvestitionen

Im folgenden Kapitel wollen wir zunächst einige Unzulänglichkeiten der bisherigen Klassifikation von Wirkungen zeigen. Daraus entwickeln wir dann eine eigene, verfeinerte Klassifikation in Form eines Baums von Alternativen. Danach stellen wir die Unterscheidungsmerkmale unserer Definition und in erster Annäherung die Methoden dar, mit denen die verschiedenen Wirkungen gemessen werden.

I.A.2.a. Kritik der verschiedenen Definitionen von Wirkungen in der Literatur der Nutzen-Kosten-Analyse und Anforderungen an eine verbesserte Definition

Die häufig gebrauchten Kategorien für die Einteilung von Kosten und Nutzen von Investitionen, speziell Straßeninvestitionen, sind die folgenden:

- Primäre und sekundäre Kosten und Nutzen.
- Direkte und Indirekte.
- Tangible und Intangible.
- Finanzielle und Ökonomische.
- Private und Soziale.

Die bisherigen Definitionen haben zwei Nachteile:

Erstens sind sie bei den verschiedenen Autoren nicht einheitlich definiert und zweitens überschneiden sie sich. Wir wollen versuchen, diese Begriffsverwirrung an einigen Beispielen zu zeigen und dann eine neue Definition zu geben, die relativ

vollständig ist und keine Überschneidungen hat[1].

(1) Mangelhafte Definition von primären gegenüber sekundären Effekten im Vergleich zu direkten gegenüber indirekten Effekten.

Bei einigen Autoren werden diese Begriffspaare gleichgesetzt. Dies hat den Nachteil, daß unterschiedliche Meßkonzepte, die man mit diesen Begriffen eigentlich charakterisieren könnte, nicht erkannt werden und daher dem Nutzen-Kosten Analytiker verlorengehen.

Eines der frühren Evaluierungshandbücher der angewandten Nutzen-Kosten-Analyse, das sich auf Wasserwirtschaftliche Projekte spezialisiert[2], definiert sekundäre Nutzen etwas genauer als andere Autoren wie folgt:
Sekundäre Nutzen sind "die Werte, welche zu dem Wert der unmittelbaren Güter oder Dienstleistungen des Projekts addiert werden und die ein Ergebnis von Aktivitäten sind, welche von dem Projekte stammen oder durch es induziert sind". Diese Effekte kann man in zwei Gruppen einteilen:

a) die ökonomischen Folgewirkungen für die Wirtschaftssubjekte, die Rohstoffe anbieten für die unmittelbar von dem Projekt beeinflußten Wirtschaftseinheiten;

---

1) Eine ähnliche Kritik an der Begriffsverwirrung in der Nutzen-Kosten-Analyse erhebt MASSÉ, Marcel: Secondary Effects and Project Appraisal, I.B.R.D. Economics Department Working Paper No. 58, Washington D. C., Jan. 1970.

2) INTER AGENCY COMMITTEE ON WATER PROJECTS, Subcommittee on Evaluation Stadards:
Proposed Practices for Economic Analysis of River Basic Projects, Washington D. C., Government Printing Office, 1958.

b) die ökonomischen Wirkungen auf die Wirtschaftseinheiten, die die Produkte verbrauchen, welche von den Wirtschaftseinheiten hergestellt werden, die zuerst durch das Projekt begünstigst werden.
Am Beispiel eines Irrigationsobjekts ist das leicht zu veranschaulichen: Die unmittelbaren oder primären Nutzer des Bewässerungsprojekts sind die Bauern. Die Gruppe a) sind die Zulieferer der Bauern (Düngemittel und Landmaschinen-Hersteller), die Gruppe b) sind z. B. die Konsumenten von Brot.

Die verschiedenen Kategorien dieser Effekte müssen verbunden sein durch Produktionsfunktionen. Die sekundären Effekte sind produktionstechnisch abhängig von den primären Effekten.

Welche Nachteile hat diese Definition?

Sie ist enger als viele andere Begriffsbestimmungen, da sie lediglich die produktionstechnischen Wirkungen auf die vor- und nachgelagerten Stufen erfaßt. Andere Wirkungen einer Talsperre, wie Erholungswert oder Überschwemmungskontrolle, sind jedoch nicht durch eine Produktionsfunktion mit den primären Wirkungen verbunden. Sie werden daher nach dieser Definition nicht als sekundäre Wirkung gezählt. Diese müssen in einer Sondergruppe als intangible Effekte definiert werden; denn man kann sie nicht mit den gleichen Methoden erfassen wie die mit den Methoden der Produktionstheorie gemessenen sekundären Benefits. Schon hier zeigt sich, daß eines oder wenige Begriffspaare nicht ausreichen, um die verschiedenen Nutzenarten zu definieren - selbst dann nicht, wenn man eine begriffliche Unterscheidung zwischen den Paaren "direkt und indirekt" und "primär und sekundär" vornähme.

(2) Die Begriffsverwirrung zwischen tangiblen und intangiblen Effekten, privaten und sozialen, ökonomischen und finanziellen Effekten

Die Begriffsverwirrung zwischen "tangiblen und intangiblen" ist

noch größer als bei "direkten und indirekten" Effekten. Manchmal werden intangible Effekte schlicht als nicht-ökonomische Effekte definiert oder als Nutzen, welche allgemeine Ziele wie die Verminderung von Unfallschäden oder Erhaltung menschlichen Lebens zum Ziel haben. Solche Definitionen überschneiden sich wiederum mit den Begriffen "nicht-ökonomisch". Außerdem definiert man nicht genau genug. Beispielsweise kann ein intangibler Nutzen g l e i c h z e i t i g ein primärer Nutzen sein. Eine Reduktion von Unfallkosten wird z. B. zunächst die unmittelbaren Straßenbenutzer betreffen. Da diese Definition aber nicht das ökonomische Ziel enthält, kann die Reduktion der Unfallkosten in einem anderen Zusammenhang auch als sekundärer Nutzen beschrieben werden; denn sie trägt gleichzeitig zu einem Ziel bei, welches nicht allein als Produktionszuwachs bezeichnet werden kann.

Untersucht man genauer die verschiedenen Definitionen von privaten und sozialen bzw. finanziellen und ökonomischen Effekten, so zeigt sich wiederum: die Definitionen überschneiden sich und sind ungenau. Das hat zwei Gründe: Die einzelnen Nutzenelemente sind einerseits nicht eindeutig auf ein Ziel hin definiert. Einige Autoren schließen z. B. soziale und politische Stabilität oder Einkommensumverteilung in die Liste der Ziele ein und wählen dafür Kriterien aus; für andere ist das Wachstum des Sozialprodukts das einzige Kriterium. Die erste Aufgabe einer neuen Systematisierung wäre daher, die verschiedenen Ziele möglichst ausführlich zu beschreiben. Wir sind außerdem der Meinung, daß eine mehr oder weniger große Anzahl auch nicht-ökonomischer Ziele einbezogen werden sollte.

Zweitens sind die Kriterien für die Einteilung der verschiedenen Nutzenarten nicht nach den Methoden geordnet, nach denen sie erfaßt werden müssen. Wir schlagen daher vor, die Nutzenarten nach diesem Unterscheidungsmerkmal zu gruppieren.

I.A.2.b. Vorschlag für ein verbessertes Definitionsschema zur Klassifikation der Wirkungen einer Straßenverkehrsinvestition

In den vorhergehenden Abschnitten wurde gezeigt, daß in der Praxis verschiedene Definitionen von Wirkungen von Straßenverkehrsinvestitionen gebraucht werden. Die meisten davon überschneiden sich. Jede von ihnen enthält eine Untermenge der Menge der Wirkungen einer Straßenverkehrsinvestition. Keine der Untermengen ist mit der anderen kongruent; fast jede enthält jedoch Elemente, die auch in einer oder mehreren anderen Untermengen vorkommen.

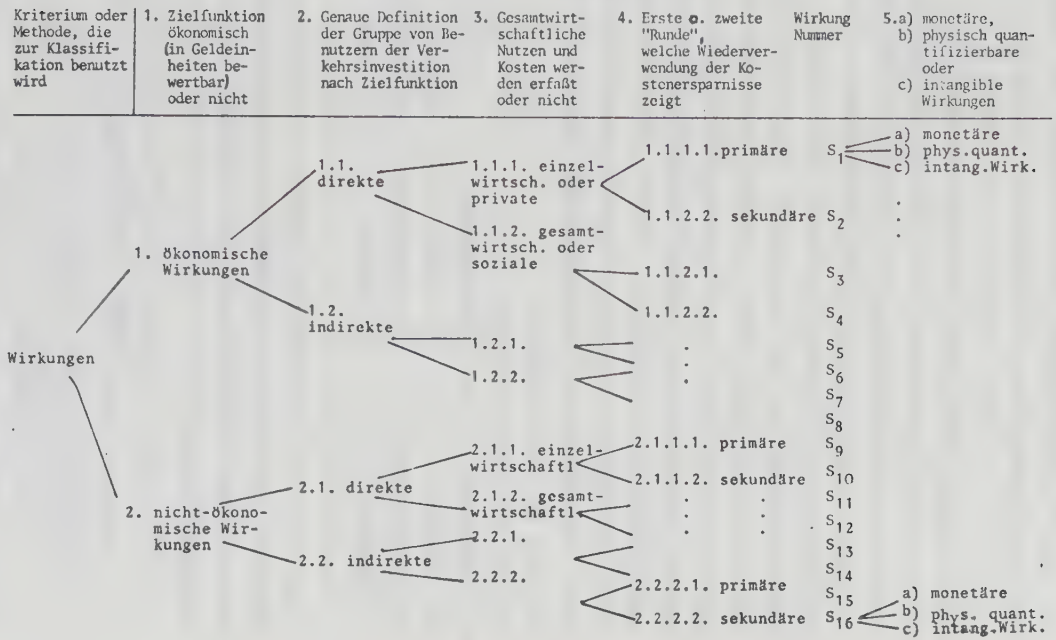
Mit anderen Worten: - Eine Wirkung, die in die Gruppe der direkten Wirkungen fällt, kann gleichzeitig auch in die Gruppe der finanziellen und der privaten Effekte fallen. Eine direkte Wirkung kann jedoch auch in seltenen Fällen eine gesamtwirtschaftliche Wirkung oder eine sekundäre Wirkung sein.

Wir schlagen daher das folgende Gliederungsschema vor: Tabelle I.A.(1).

Wenn man die Begriffspaare, in welche die Nutzenarten eingeteilt werden, untersucht, so zeigt sich: Überschneidungen sind unvermeidbar, wenn man nur einige der Begriffspaare verwendet; denn die Kriterien sind nicht gleicher Natur oder "Ebene", um diesen anschaulichen geometrischen Ausdruck zu gebrauchen. Überschneidungen könnten nur wie in der Geometrie vermieden werden, wenn sie gleicher "Ebene" wären. Unser System versucht zu zeigen, daß Überschneidungen nur dann nicht oder fast nicht vorkommen, wenn man genügend disaggregiert. Nur in diesem Falle auch kann man vermeiden, einzelne Nutzenarten

- doppelt zu zählen (ein anderer Ausdruck für "Überschneidungen) und/oder
- zu vergessen.

Tabelle I.A.(1) Kriterien zur Klassifikation der Wirkungen einer Straßeninvestition



In unserem System gibt es theoretisch keine Überschneidungen mehr; in der Praxis jedoch muß man sehr genau definieren, um größere Überschneidungen zu vermeiden.

Wir schlagen vier große Paare von Kriterien vor, um die Nutzenarten einzuteilen. Getrennt davon benutzen wir noch ein fünftes Kriterium mit drei Merkmalen zur Unterscheidung von monetären, physisch quantifizierbaren und nur verbal beschreibbaren Wirkungen. Dieses Kriterium ist jedoch von etwas anderer Art. Wir lassen sie daher aus unserem Grundschema heraus. Jedes der vier Paare ist charakterisiert durch eine bestimmte Untersuchungsmethode. Daher kann jeder Effekt charakterisiert werden durch fünf oder zehn Kriterien, eines aus jedem Paar. Dies ergibt 16 Vektoren mit je vier Elementen, wobei alle Kombinationen der vier Merkmale vorkommen. Wir zeigen hier nur den ersten, zweiten und letzten dieser Vektoren.

ökonomisch	ökonomisch	...	nicht-ökonomisch
direkt	direkt	...	indirekt
einzelwirtsch.	einzelwirtsch	...	gesamtwirtschaftl.
primär	primär	...	sekundär

Welche von diesen Effekten (Kombinationen) dann in der Praxis relevant sind, muß im einzelnen genauer festgestellt werden. Viele davon werden keinen Sinn ergeben, d. h. diese Kombinationen kommen in der Praxis nicht vor. Es hängt davon ab:

1. Wie das Ziel des Projektes definiert und beschrieben ist;
2. welche Daten erfaßt werden können;
3. welche Methoden angewandt werden können, wenn man die Nebenbedingungen von Zeit und Kosten berücksichtigt.

Keine der häufig benutzten Gruppen von Wirkungen wird in unserem System vergessen. Die Cost-Effectiveness-Analyse, die im Gegensatz zur Cost-Benefit-Analyse alle möglichen Wirkungen vollständig zu erfassen versucht, legt diese Gliederung

nahe. Wir glauben, daß gerade in Entwicklungsländern die vollständige Erfassung von nicht-ökonomischen und nicht-quantifizierbaren Wirkungen wichtig ist. Daher haben wir diese relativ vollständige Gliederung gewählt. Ihr Nachteil ist, daß sie Effekte (ausgedrückt in Kombinationen von vier oder fünf Merkmalen) enthält, die von sehr unterschiedlicher praktischer Bedeutung sind. Diese wird gemessen an der Häufigkeit, wie diese Wirkungen in der Praxis v o r k o m m e n. Effekte mit den Merkmalen (1.1.1.1.a.), (d. h. ökonomisch, direkt, einzelwirtschaftlich, primär und monetär), werden z. B. mit sehr großer relativer Häufigkeit auftreten; solche mit den Merkmalen (1.1.1.1.c.) dagegen werden so gut wie gar nicht praktisch auftreten. Die praktische Bedeutung wird außerdem gemessen in der Häufigkeit, wie Wirkungen, die oft vorkommen, d. h. von deren Existenz man weiß, in der praktischen Evaluierung ohne Überschreitung von Höchstsätzen für Evaluierungskosten e r f a ß t w e r d e n k ö n n e n . Eine große Gruppe von Wirkungen wird also so schwierig und nur so aufwendig meßbar sein, daß man sie nur in wenigen Fällen mißt. Das gilt zum Beispiel von all den ökonomischen Kombinationen, in denen die Elemente "indirekt", "gesamtwirtschaftlich" und "sekundär" auftreten; es gilt weiterhin von der großen Mehrzahl der nicht-ökonomischen Kombinationen, und natürlich in extremem Maße von allen intangiblen Wirkungen. Die besonders wichtigen und die besonders gut erfaßbaren Wirkungen müssen daher in einem zusätzlichen Abschnitt erläutert werden. Wir hoffen, mit dieser Art von "Definition in zwei Schritten" der Begriffsverwirrung ein wenig abgeholfen zu haben.

Die Kriterien der Vollständigkeit und der fehlenden Überschneidungen kann man am exaktesten mit der Mengentheorie ausdrücken. Wir wollen dies im folgenden Abschnitt tun. Für den Praktiker ist er eventuell nicht interessant. Er möge gleich zu den Definitionen weiterblättern.
Wir definieren zunächst eine Menge E aller Wirkungen (E für

"Effekte") einer Straßeninvestition. Sie bestehen aus allen relevanten Änderungen, die in einer Region aufgrund der Investition eintreten; sie können ökonomischer und nicht-ökonomischer Art sein.
Ein Element e aus E ist die Differenz zwischen dem Wert α_m eines Indikators, der den Zustand m i t der Investition beschreibt, und dem Wert α_o, der den entsprechenden Zustand o h n e die Investition beschreibt.

$$E = \{e \mid e = \alpha_m - \alpha_o\}$$

e mißt zum Beispiel die Zeitkosten mit und ohne die Straßeninvestition im Laufe des ersten Jahres nach Fertigstellung. Die Menge E ist ziemlich weit definiert und wird unterteilt in die Untermengen E_1, E_2, ..., E_n; ihre Elemente können alle zu je vier Merkmalen unserer vier Kriterien geordnet werden.

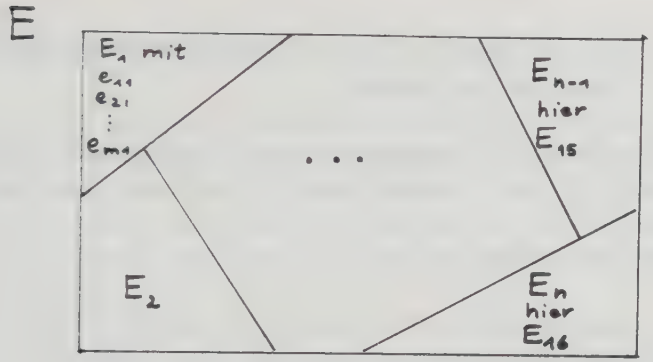
Wenn für jede Untermenge E_i gilt

$$E = \sum_{i=1}^{n} E_i$$

und wenn die Durchschnittsmenge für jedes beliebige Paar E_i, E_j gleich der leeren Menge ist,

$$E_i \cap E_j = \emptyset$$

dann gehört jede einzelne Wirkung e zu einer und nur einer Untermenge E_i. Wir können dies folgendermaßen veranschaulichen:



Figur I.A.(3): Klassifikation der Effekte einer Verkehrsinvestition nach der Mengentheorie

Damit haben wir eine Klassifikation der Wirkungen beschrieben, welche erstens vollständig ist (dadurch gibt es theoretisch keine Unterschätzung der Wirkungen); und welche keine Überschneidungen zuläßt (dadurch werden theoretisch Doppelzählungen vermieden). Der Effekt e ist z. B. auch eine Änderung im Gewinn der Firma Y im fünften bis zehnten Jahr nach der Investition. Er gehört eindeutig der Untermenge (Kombination von Merkmalen) E_6 mit den vier Elementen (Merkmalen):

$$\left(\begin{array}{c} \text{ökonomisch} \\ \text{indirekt} \\ \text{einzelwirtschaftlich} \\ \text{sekundär} \end{array} \right) = E_6$$

I.A.2.c. Erläuterungen zu den verschiedenen Kriterien und Methoden des Schemas

Zum Kriterium Nr. 1: Ökonomische oder nicht-ökonomische Wirkungen

a) Klassifikationskriterium

Es muß festgestellt werden, ob die Wirkungen in Gütern und Diensten bestehen, die das materielle Wohlfahrtsnivenau einer Region bestimmen. Andernfalls handelt es sich um nicht-ökonomische Wirkungen. Die ökonomischen Wirkungen sind nach unserer Definition nicht identisch mit den monetär meßbaren Wirkungen. Sie können auch lediglich in physischen Einheiten meßbar oder sogar nur in Worten zu beschreiben sein. Daher kommen in unserem Schema auch "ökonomische tangible" und "ökonomisch-intangible" Wirkungen vor. Darüber entscheidet das fünfte Kriterium.
Oft ist es schon von vornherein oder relativ bald klar, ob ein Effekt monetär, nur in physischen Einheiten meßbar oder nur in Worten zu beschreiben ist. Daher könnte man das fünfte Kriterium auch schon an erster oder zweiter Stelle nennen. Wir setzen es an den Schluß, weil es von etwas anderer Art ist als die übrigen Kriterien. Es fragt nicht, wo in der Wirtschaft ein Effekt gemessen wird und mit welcher Methode, sondern es entscheidet über das Resultat der Anwendung einer bestimmten Evaluierungsmethode. War die Methode ausreichend, um die Wirkung in Geldwerten auszudrücken, oder reichte sie nur zur Bestimmung des physikalischen Outputs, - ohne daß dafür repräsentative und einigermaßen genaue Preise angegeben werden konnten -, oder war sogar das physikalische Niveau der Güterversorgung aus Mangel an Daten oder Methode nicht genauer vorausschätzbar? Auch das wird in vielen Fällen vorkommen.

b) Methode

Die Zielfunktion bei ökonomischen Wirkungen muß in Geldeinheiten oder sonstigen Nutzenwerten ausgedrückt werden können. Die am häufigsten gebrauchten Evaluierungsmethoden basieren auf der Methode der Kostenersparnisse oder des Produktionszuwachses. Genaueres läßt sich von vornherein zur Methode nicht sagen.

Zum Kriterium Nr. 2: Direkte oder Indirekte Wirkungen

a) Klassifikationskriterium

Ob eine Wirkung direkt oder indirekt ist, hängt von der genauen Definition ab, für welche Gruppen von Benutzern die Straße in erster Linie geplant war. Das muß in der Zielfunktion oder Zielbeschreibung festgelegt werden. Wir erläutern dies am Beispiel der Definition von direkten Effekten bei ländlichen Zubringerstraßen:
Die Bevölkerungsgruppe, die nach Absicht der Projektplaner vor allem oder direkt einen Nutzen aus der Zubringerstraße haben sollen, sind die Bewohner des ländlichen Hinterlands, nicht die der Marktregion (Kreisstadt). Daher werden als direkte Nutzen lediglich gemessen:

- die Konsumenten- und Produzentenrente der Bewohner des Hinterlandes, nicht aber
- die Konsumenten und Produzentenrente der Kreisstadt.

Letztere gelten als indirekte Nutzen. Bei weiterer Definition könnten sie einbezogen werden und zählten dann ebenfalls als direkte Nutzen.

Wenn dem Planer alle Arten von Nutzenaggregaten bekannt sind, wie in diesem vereinfachten Fall, so kann man sogar theoretisch alle Nutzen als direkte Nutzen ansprechen. Das ist jedoch praktisch sinnlos, denn jedes Projekt sollte Schwer-

punktgruppen von Nutzern haben.
Im Fall des HARVARD-Modells hat man die Gruppe der direkten Benutzer dreimal verschieden definiert; je nach der Evaluierungsmethode (siehe Abschnitt I.B.) wurde der Kreis der direkten Benutzer immer mehr erweitert.

b) Methode

Nötig ist vor allem eine möglichst genaue Definition der Wirtschaftssubjekte, die zur Menge der direkten Straßenbenutzer zählen. Im Falle einer Kombination der Straßeninvestition mit anderen sozialen Investitionen können die direkten Wirkungen auch nicht-ökonomisch sein. Das hängt lediglich davon ab, ob auch nicht-ökonomische Ziele unmittelbar beabsichtigt sind. Wird ein ländliches Zubringerstraßenprojekt kombiniert mit einem ländlichen Agrar-Schulungsprojekt, so gehören zum Beispiel zu den direkten Nutzern erstens Bauern, welche ein Kraftfahrzeug besitzen,und zweitens solche, die die Schulungskurse besuchen, ohne ein Fahrzeug zu besitzen.

Direkte Nutzen werden im häufigsten Falle in Form von Kostenersparnissen bei den Benutzern gemessen, für die die Straße gebaut worden ist. Direkte Nutzen können in Ausnahmefällen auch nicht bewertbar, sondern nur in physischen Einheiten meßbar sein, Eine genauere Einteilung haben wir in unserem Schema nach HARRAL im Abschnitt I.A.3. gegeben. Statt lediglich in die beiden Gruppen "direkte und indirekte Betroffene" einzuteilen, können wir auch die Hauptgruppen explizit im Schema nennen. Zum Beispiel:

1.1. Transportunternehmer in der Nähe der Straße,
1.2. Produzenten in der Nähe der Straße,
1.3. Konsumenten in der Nähe der Straße,
1.4. Transportunternehmer außerhalb der Region der Straße,
1.5. Produzenten außerhalb der Region der Straße,
1.6. Konsumenten außerhalb der Region der Straße.

Das würde jedoch den Alternativbaum erheblich vergrößern. Wenn man ein einfacheres Schema sucht, das diese Arten von Wirkungen besonders berücksichtigt, kann man eine Art von "impact-incidence" Matrix wählen, wie sie de NEUFVILLE/ STAFFORD vorgeschlagen haben[1].

Zum Kriterium Nr. 3: Einzelwirtschaftliche oder gesamtwirtschaftliche Wirkungen

a) Klassifikationskriterium

Das einzelne Wirtschaftssubjekt oder eine Unternehmung erhält im Falle der einzelwirtschaftlichen Wirkungen die Nutzen oder bezahlt die Kosten. Diese Wirkungen werden auch als "private" oder "finanzielle" bezeichnet. Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen werden auch "soziale" genannt. Da sie aber mit den nicht-ökonomischen Wirkungen verwechselt werden können, scheint der Ausdruck "gesamtwirtschaftliche" besser gewählt zu sein. Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen beurteilen die Vor- und Nachteile der Investition für die gesamte Volkswirtschaft; bei besonders kleinen Ländern, wie in Mitteleuropa oder Zentralamerika, macht man die Analyse eventuell gleich für eine Gruppe von Volkswirtschaften.
Diese Arten von Vor- und Nachteilen können sowohl nicht-ökonomischer als auch ökonomischer Natur sein; sie können gleichzeitig bei den Gruppen von Nutzern gemessen werden, die als direkte Benutzer definiert wurden, und bei denen, die als indirekte Benutzer definiert wurden. Sie werden meist zur Gruppe der tangiblen, können aber auch zur Gruppe der intangiblen Nutzen gehören. Hierbei zeigt sich besonders deutlich, daß ein tiefgegliedertes Klassifikationsschema wie das unsrige nötig ist.

---

1) de NEUFVILLE, Richard und STAFFORD, Joseph H.: Systems Analysis for Engineers and Managers, New York 1971, McGraw-Hill, S. 249-250.

b) Methoden

Die einzelwirtschaftlichen Wirkungen müssen teilweise durch die Rechnungssysteme (Gewinn- und Verlustrechnungen und Investitionsrechnungen) der Wirtschaftsunternehmen erfaßt werden. Die einzelwirtschaftlichen Nutzen müssten außerdem abgelesen werden bei den Haushaltsbudgets der Verkehrsteilnehmer. Für die gesamtwirtschaftlichen Nutzen und Kosten sind komplizierte Verfahren der Input-Output-Analyse und ökonometrischer Prognosesysteme erforderlich. In der Input-Output-Tabelle einer Region, welche ja die Verflechtungen aller produzierenden Sektoren einer Region betrachtet, müssten vor allem die verschiedenen Veränderungen in der Transport-Spalte und -Reihe der Tabelle betrachtet werden. Allerdings sind auch dies oft zu grobe Maße, wie das HARVARD-Modell zeigt. Sie müssen in andere Tabellen disaggregiert werden, wie z. B. in eine Quellen-Senken-Matrix für die Verkehrsleistungen. Zur Erfassung der gesamtwirtschaftlichen ökonomischen Nutzen ist das HARVARD-Modell bisher am besten geeignet.
Die Unterscheidung in einzelwirtschaftliche (finanzielle) und gesamtwirtschaftliche (regionale) Wirkungen ist vom Standpunkt des Makroökonomen irrelevant. Denn er möchte über die einzelwirtschaftlichen Wirkungen hinausgehen und damit den traditionellen Rahmen der Analyse sprengen. Sie kann jedoch für den Praktiker interessant sein, damit er keine Fehler macht durch Vergessen von relativ unbedeutenden einzelwirtschaftlichen Wirkungen oder durch Zählungen von einzelwirtschaftlichen Effekten, die zugleich schon auf andere Weise (regionaler oder gesamtwirtschaftlicher Produktionszuwachs) gezählt worden sind. Es wird also durch diese Unterscheidung auf Vollständigkeit geachtet und Doppelzählungen vorgebeugt.

Zum Kriterium Nr. 4: Primäre oder sekundäre Wirkungen

a) Klassifikationskriterium

Die Begriffe "primäre und sekundäre" Wirkungen werden im allgemeinen sehr ähnlich verwandt wie die Begriffe "direkte und indirekte" Wirkungen. Wir haben jedoch die direkten Effekte so definiert, daß sie eine andere Bedeutung haben als die primären Effekte. Primäre Effekte sind solche, deren Nutzen oder Kosten schon in einer genauer zu definierenden "ersten Runde" gemessen werden. Als Runde kann zum Beispiel definiert werden: ein erster Umsatzprozeß.

Sekundäre Effekte sind solche, die erst in einer zweiten oder späteren Runde Nutzen oder Kosten erzeugen, die zum gleichen Ziel gehören. Hierfür soll ein Beispiel gegeben werden. Wir nehmen an, als Straßenbenutzer könnten nur Personenkraftwagen erfaßt werden, welche Freizeitfahrten unternehmen. Die Kostenersparnisse, die bei ihnen in der ersten Runde erfaßt werden, gehen daher in Konsumentenhände. Werden diese wiederum ausgegeben, so wird der Einkommensmultiplikator-Effekt beobachtet. Dieser findet erst ab der zweiten Runde (oder Periode) statt und erstreckt sich über mehrere Perioden. Dieser Multiplikator-Effekt kann als typischer Sekundäreffekt betrachtet werden. Er geht auf das gleiche Ziel "Einkommenssteigerung" aus wie die primäre Einkommenserhöhung durch die Kostenersparnisse[1].
Allgemein kann also definiert werden: Jedesmal, wenn ein Effekt in Bezug auf ein ökonomisches oder nicht-ökonomisches Ziel einen zweiten Effekt auf das gleiche Ziel hin hervorruft, sprechen wir von einem Sekundäreffekt.

---

1) Der Multiplikatoreffekt kann jedoch nur dann als Nutzen betrachtet werden, wenn es leerstehende Kapazitäten in der Volkswirtschaft gibt.

Primäre Effekte sind nach unserer Definition vor allem die Ersparnisse für Betriebszeit und Unfallkosten und evtl. für Unterhaltungskosten der Straße, welche dem Ziel "Steigerung der Produktion" dienen. Es sind außerdem alle Arten von sogenannten Seiteneffekten (side effects), die während des Transportes entstehen, z. B. Umweltverschmutzung, die zu u n m i t t e l b a r e n Schäden führt.

Sekundäre Effekte in Bezug auf das Ziel "Steigerung der Produktion" sind vor allem die Ergebnisse der Wiederverwendung der Kostenersparnisse in zwei Arten:

(1) Investition im Verkehrssektor (z. B. Produktion und Kauf neuer LKW's)

(2) Investition in anderen Sektoren (z. B. kauft ein Transportunternehmer einen landwirtschaftlichen Betrieb oder eine Handelsfirma in einer agrarischen Region).

Sekundäre Effekte in Bezug auf das Ziel "Erhöhung des Konsums" sind die Ergebnisse der Wiederverwendung der Transport-Kostenersparnisse

(3) in höherem Konsum der Bevölkerung, welche im Transportsektor arbeitet,

(4) oder der Bevölkerung, welche in allen anderen Sektoren arbeitet. Dazu gehört auch höherer Freizeit-Personenverkehr bzw. differenzierteres Angebot von Konsumartikeln als Folge einer neuen Straße.

b) Methoden

Für den Ökonomen ist es wichtig, solche Sekundäreffekte zu verfolgen. Er muß sich dafür zum Teil komplexer Analyse-Methoden bedienen. Im allgemeinen werden dafür folgende Methoden in Frage kommen:

- Multiplikatoranalyse,
- kombinierte Analyse des Multiplikator- und Kapazitätseffektes,

- Input-Output-Analyse,
- ökonometrische Prognose-Modelle.

Die Effekte von (3) und (4) können evaluiert werden durch Modelle für die Bestimmung des Einkommensmultiplikators in verschiedenen Sektoren. Die Input-Output-Analyse müßte dann mit der einfachen Multiplikator-Analyse kombiniert werden zur Multisektoren-Multiplikator-Analyse. Das schafft natürlich schwerwiegende Probleme der Datenbeschaffung. Die sekundären Effekte (1) und (2) müssten auf makroökonomischem Niveau eine Analyse des Kapazitätseffekts einschließen.
Alle diese Analysen müßten im Idealfall dynamisch sein; komparativ-statische Modelle wären eine Vereinfachung, da die gesamten Kostenersparnisse jedes Jahr wachsen können. Daher würden auch die sekundären Nutzen sich ändern.

Die Analyse der sekundären Wirkungen braucht die kompliziertesten Modelle der ökonomischen Analyse. Im Idealfall sollte ein ökonomisches Prognosesystem mit Input-Output-Teil vorhanden sein. Das in dieser Beziehung am weitesten fortgeschrittene Modell ist das HARVARD-Modell für Kolumbien[1]. Einen guten Überblick über die Werkzeuge zur Erfassung sekundärer und gesamtwirtschaftlicher Effekte hat VOIGT gegeben[2].

Zum zusätzlichen Kriterium: Tangible und intangible Effekte bzw. monetäre, physische und verbale Beschreibung der Effekte

a) Klassifikationskriterium

Die Unterscheidung in tangible und intangible Wirkungen folgt keinen logischen Kriterien, sondern hängt davon ab, in welchem

---

1) ROBERTS, Paul O., MEYER, John R., KRESGE, David T.: "An Analysis of Investment Alternatives in the Colombian Transport System", Transport Research Program, Harvard University, Cambridge (Mass.), Sept. 1968, Final Report.

2) VOIGT, Fritz: "Verkehr", 1. Band, 1. Hälfte, § 5, Werkzeuge

Maße die einzelnen Nutzen oder Kosten meßbar sind. Unter den meßbaren Effekten muß unterschieden werden in "in Geldeinheiten meßbar" oder "in physischen Einheiten meßbar". Ob nur die erste Gruppe oder auch die zweite als tangible angesehen werden, ist in der Literatur nicht klar definiert.

Die ungenauen Begriffe tangible und intangible Wirkungen sind daher besser durch folgende Begriffe zu ersetzen:

a) monetär meßbar,
b) physisch meßbar, aber nicht in Geldeinheiten,
c) nur in Worten zu beschreiben.

Intangible Effekte sind nach unserer Definition solche, die entweder nur mit Worten beschrieben werden oder die nur durch ein künstlich herbeigeführtes subjektives Werturteil im Sinne der Gewichtungen der Cost-Effectiveness-Analyse quantifiziert werden können. Intangible Komponenten können auch bei ökonomischen Wirkungen entstehen; sie sind der mehr oder weniger große Anteil des Nutzens oder der Kosten in Bezug auf ein Unterziel, welche durch den ökonomischen Indikator nicht vollständig erfaßt werden.

b) Methode

Eine genaue Definition dafür, was als tangible Wirkungen aufgefaßt werden soll, läßt sich schwer geben, da die ökonomischen und sozialwirtschaftlichen Meßtechniken unterschiedlich weit entwickelt sind und sich ständig verfeinern. Wir haben dieses Kriterium nur in Klammern zu unserem Klassifikationsschema hinzugefügt, um zu zeigen, daß es sich nicht eindeutig in das Schema einfügt. Insbesondere werden sich gerade in der fünften Spalte die Kriterien von besonders

---

zur Erfassung gesamtwirtschaftlicher Ergebnisse ..., S. 147 ff.

vielen Gliederungspunkten (Alternativen) gegenseitig ausschließen. Daher geben einige der theoretisch vorstellbaren Alternativen keinen praktischen Sinn. Dasselbe gilt auch für Alternativen in den anderen Spalten, jedoch in verringertem Maße, je weiter man im Alternativbaum an die Spitze vorrückt.

I.A.2.d. Alternative Anordnung der Kriterien

Die Kriterien der Gruppe 3, 4 und 5 sind hauptsächlich Kriterien, welche die Untersuchungsmethode beschreibt, mit der diese Konsequenzen erfaßt werden. Eine andere Klassifikation ist ebenso denkbar. Erstens könnten auch andere Kriterien gewählt werden; zweitens könnten die hier benutzten fünf Kriterien in anderer Weise geordnet werden. Die Untermenge fünfter Ordnung (tangible und intangible Wirkungen) könnte an eine höhere Stelle, zum Beispiel an die dritte Stelle, gerückt werden. Wir haben die Kriterien so angeordnet, daß die mit der subjekt geschätzten größten Bedeutung am weitesten vorne stehen, d. h., daß sie die geringste Zahl der Alternativen haben. Für die Bedeutung eines der fünf Unterscheidungsmerkmale gibt es allerdings kein vernünftiges Kriterium. Eine wichtige Alternative zu unserer Gruppierung ist die folgende:
Statt (A) die Klassifikation "ökonomisch und nicht-ökonomisch" an die erste Stelle zu setzen, kann man auch (B) die Klassifikation "direkte-indirekte Gruppen von Betroffenen" als erstes Kriterium wählen. Man tauscht also die Kriterien 1. und 2. aus.

Wir haben (A) gewählt, weil wir in unserer Arbeit immer den breiten Ansatz der Kosten-Wirkungsanalyse berücksichtigen wollen, der besonders geeeignet ist, auch die wichtigen nicht-ökonomischen Wirkungen zu erfassen. Wer den engeren Ansatz der Kosten-Nutzen-Analyse benutzt, wird vielleich Alter-

native (B) vorziehen.
Es läßt sich angeben, welche Verzweigungen des obigen Schemas relativ häufig anzutreffen und welche leicht durchführbar sind: je weiter man in die Verästelungen des Baumes der Alternativen vordringt, desto seltener wird grundsätzlich die Häufigkeit und die Durchführbarkeit der Unterscheidung. Am obigen Baum von Alternativen kann man damit auch zeigen, wie weit die "Cost-Effectiveness-Analyse" und die "Cost-Benefit-Analyse" fortgeschritten sind. Die "Cost-Benefit-Analyse" bezieht sich im allgemeinen auf die Zweige, die hinter den direkten ökonomischen Effekten liegen (2.1. und folgende).

Nach unserer Definition sind indirekte Wirkungen schwieriger zu bewerten als direkte Wirkungen, wenn auch nicht in allen Fällen. Man wird auf die Analyse der indirekten Wirkungen weniger Zeit und Geld verwenden als auf die direkten Wirkungen. Beim später zu diskutierenden HARVARD Modell zum Beispiel gibt es drei Arten von direkten Wirkungen. Sie alle stellen Kostenersparnisse im Verkehr dar; sie werden aber auf verschiedenen Untersystemen von Verkehrsverbindungen innerhalb des gesamten Verkehrssystems gemessen. Indirekte Wirkungen sind nur solche, die außerhalb des Transportsektors, d. h. in allen anderen ökonomischen Sektoren gemessen werden. Diese müssen eine gewisse Mindestverflechtung mit dem Verkehrssektor, dargestellt in Form einer Input-Tabelle, aufweisen.
Einzelwirtschaftliche Wirkungen sind leichter zu ermitteln als gesamtwirtschaftliche und primäre leichter als sekundäre. Über die Grenzen, an die die Evaluierungsmethoden gestoßen sind, wird im Verlauf der Arbeit noch gesprochen werden. Es werden einige Vorschläge gemacht, diese Grenzen zu erweitern durch Kombination von bekannten Evaluierungsmethoden.

Die Unterscheidung zwischen ökonomischen und nicht-ökonomischen Wirkungen ist häufig nur willkürlich zu treffen. Eine Reihe von Auswirkungen, die mit sozialen Indikatoren ge-

messen werden, versuchen Ökonomen nämlich in Produktionsindikatoren zu übersetzen. Schulprogramme werden zum Beispiel ausgedrückt in Steigerung des technischen Wissens und damit der Arbeits- und Kapitalproduktivität. Ebenso versucht man, Auswirkungen von Gesundheitsprogrammen zum Teil in Steigerung der Arbeitsproduktivität auszudrücken. Hier überschneiden sich wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Zielsetzungen und Kriterien, die das gesamte Wohlfahrtsniveau von Bevölkerungsgruppen beschreiben wollen.

Abschließend können wir zusammenfassen:
Unser Schema in Form eines Baumes von Alternativen zeigt, daß und wie alle Arten von Auswirkungen einer Investition genau definiert werden können. Bei den meisten Nutzen-Kosten-Analysen geht die Definition und Unterscheidung nicht weiter als bis in die Spalten 2 oder 3. Die Analysemethoden bleiben damit auch meistens unklar. Nach unserem Vorschlag dagegen geht die Unterscheidung der einzelnen Auswirkungen bis in die Spalten 4 oder sogar 5. Damit werden auch die Analysemethoden präzisiert und die Nutzen-Kosten-Evaluierung gewinnt an Exaktheit und Vollständigkeit.

I.A.3. Vergleich zwischen verschiedenen Meßverfahren für die quantifizierbaren Nutzen von Straßeninvestitionen

Für die praktische Messung der Nutzen in der Literatur werden eine Menge von Verfahren vorgeschlagen, die sich im Grunde alle auf folgende drei Methoden zurückführen lassen.

1. Die Methode des Produktionszuwachses (Wertschöpfungszuwachses)
   (National Income oder Value Added Approach)
2. Die Methode der Kostenersparnisse (Cost Savings Approach), Später mit der Erweiterung zur Methode der Konsumen-

tenrente (Consumer Surplus Approach)

3. Die Methode des Bodenwert-Zuwachses (Land-Value Approach)

Diese Meßmethoden stimmen nicht überein mit unserem Schema der Klassifikation von verschiedenen Nutzen. Sie stellen vielmehr eine Auswahl aus den Kriterien und Indikatoren dar, die sich danach richtet, was praktisch durchführbar ist.

Das am meisten gebrauchte Meßverfahren ist ohne Frage die Methode der Kostenersparnisse. Die Methode des Bodenwert-Zuwachses ist relativ einfach und wird nur bei kleinen Investitionen benutzt. Die Methode des Produktionszuwachses (auch gemessen als Zuwachs an Volkseinkommen oder Regionaleinkommen oder als Zuwachs an Wertschöpfung) ist das vollständigste, enthält aber auch das schwierigste Kriterium. Alle drei Kriterien müssen, damit sie vergleichbar sind, so definiert werden, daß sie die gleiche Menge von Nutzenelementen erfassen, wenn auch auf verschiedene Weise.

Das Kriterium des Produktionszuwachses stellt ein relativ hohes Ideal der Messung ökonomischer Nutzen dar. Es wird häufig nicht erreicht werden können, da Zeit und Kosten für die Datenerfassung nicht ausreichen. Daher kommt es, daß man den Produktionszuwachs in Komponenten zerlegt, die leichter erfaßt und bewertet werden können. Diese Komponenten können meistens unter eines der beiden Kriterien - "Kostenersparnisse" oder "Bodenwert-Zuwachs" subsummiert werden. Das wurde jedoch in der praktischen Evaluierungsarbeit sehr unterschiedlich gemacht und hat zu einer nicht unbeträchtlichen Methodenverwirrung geführt.

Daher gilt es erstens zu zeigen, welche der häufig benutzten Komponenten zu einer Erfassungmethode gehören, und zweitens, daß alle 3 Kriterien, wenn richtig angewandt, bis auf geringe theoretische Unterschiede etwa den gleichen Gesamtnutzen messen.

I.A.3.a. Ein Schema zum Vergleich der Kostenersparnisse mit dem Produktionszuwachs

Ein solches Schema hat zuerst für die Cost-Benefit-Analyse in Transportwesen HARRAL entwickelt[1]. Wir übernehmen seine Einteilung in den Grundzügen, kritisieren sie und geben ihr eine neue, produktionstheoretische Interpretation.

1) HARRAL, Clell: "Preparation and Appraisal of Transport Projects", Washington D. C. 1968, U.S. Department of Transportation, S. 43 ff.

Tabelle I.A.3.(1) Vergleich zwischen verschiedenen Kriterien zur Nutzenmessung: Produktionszuwachs, Kostenersparnisse und Bodenwertzuwachs

Alle vier Meßverfahren sind in diesem Schema äquivalent; jedes Meßverfahren besteht aus einem oder mehreren Elementen, die bezeichnet werden mit (A), (B.1), (B.2), etc.

Bezeichnung	Art der Messung
Meßverfahren (A) Zuwachs an - Volkseinkommen - oder Regionaleinkommen - oder Wertschöpfung - oder Produktion (real)	Zuwachs an Produktion (gemessen in verschiedenen Größen), welche zurückzuführen ist auf die Verkehrsinvestitionen und komplementäre Investitionen.
Meßverfahren (B) Kostenersparnisse für Straßenbenutzer	(B.1) Transportkosten-Ersparnisse bei bestehendem Verkehr und Verkehr, der sich auch ohne die Investition entwickelt hat, plus Zunahme oder Abnahme an ökonomischer Produktivität der beschäftigten Produktionsfaktoren - entweder durch Veränderung der Kapazitätsauslastung (Economies of scale) - oder durch Veränderung im technischen Wissen:

(B.2) gemessen im Transportsektor (bzw. in geographischer Nähe der Straße, in allen Sektoren)

und

(B.3) in allen anderen ökonomischen Sektoren (bzw. in weiterer geographischer Entfernung von der Straße)

plus

Beschäftigung von vorher unbeschäftigten Faktoren.

(B.4) Im Transportsektor (bzw. in geographischer Nähe der Straße, bei allen Sektoren)

und

(B.5) in allen anderen ökonomischen Sektoren (bzw. in geographischer Entfernung von der Straße, in allen Sektoren)

Meßverfahren (C)
Transportkosten gemessen bei verschiedenen Gruppen

(C.1) Gewinnzuwächse bei Transportunternehmern vor Weitergabe an andere Gruppen

plus

(C.2) Transportkostenersparnisse für Transportauftraggeber (meistens Produzenten) in der Nähe der Verkehrsverbindung

plus

(C.3) Transportkostenersparnisse für Transportauftraggeber, welche in geographischer Entfernung von der Verkehrsverbindung produzieren, aber die Verkehrsverbindung benutzen

Die Summe der Elemente (C.1) plus (C.2) plus (C.3) ist gleich dem Element (B.1)

plus

(B.2), (B.3), (B.4), (B.5) wie oben

Meßverfahren (D)

Bodenpreise oder Bodenwert (geschätzt)

(D.1) Element (C.1) wie oben

plus

(D.2) Einkommenzuwachs bei Landeigentümern in der Nähe der Transportverbindung

Das Element (D.2) ist gleich dem dekapitalisierten Zuwachs an Bodenwert und anderen Immobilien.
Das Element (D.2) ist auch gleich der Summe der Elemente (C.2) plus (B.2)

plus

(C.3), (B.3), (B.4) und (B.5) wie oben.

I.A.3.b. Erläuterung zu den verschiedenen Meßverfahren für ökonomische Nutzen

Die Verfahren B, C und D haben alle einige Komponenten, die als Transportkostenersparnisse gemessen werden. Grundsätzlich muß man sich darüber klar sein, daß es ebenso viele Meßverfahren gibt, wie es Meßverfahren für die Kosten der direkten und indirekten Benutzer der Verkehrsverbindung gibt. Diese Verfahren sind jedoch Definitionen, die sich weitgehend nach der Erfaßbarkeit der Daten richten. Deswegen ist jede Einteilung der Meßverfahren in gewisser Weise willkürlich. Die hier angewandten sind die in der Praxis häufigsten. Andere Kombinationen sind jedoch denkbar.

Unterschiedliche Definition des Begriffs "Nutzen"

Der Begriff Nutzen selbst wird in unserem Schema der Nutzenkriterien noch nicht definiert. Er wird in der Literatur auf verschiedene Weise gebraucht. Bei HARRAL's obiger Definition z. B. hat "Nutzen" eine Bedeutung, die keineswegs überall akzeptiert wird. Das Kriterium für ihn, ob eine Konsequenz als Nutzen gezählt wird, ist das folgende: Ob es dazu beiträgt, den Wert der Produktion einer Volkswirtschaft zu erhöhen. Das Maß dazu ist, wie gezeigt, der Zuwachs an Volkseinkommen oder an Wertschöpfung. Diese Definition vernachlässigt zweierlei:

- Die Elemente der Konsumenten- oder Produzentenrente, welche beim Verkauf eines Gutes entstehen können und
- jeden nicht-ökonomischen Effekt.

Wir glauben, daß beide Elemente in die Cost-Benefit-Analyse mit einbezogen werden sollten, soweit es die Kosten erlauben, und werden sie daher später ausführlich behandeln.

Der Begriff der Konsumentenrente erfordert eine besondere Definition des Nutzens, nämlich die nach der Konsumtheorie.

Danach ist der Nutzen eines Projekts für ein Individuum die Geldsumme, welche es b e r e i t i s t zu zahlen, nicht die, welche er tatsächlich zahlt (der Marktpreis)[1].

Diese Definition macht folgende Annahme: Der Wert des Nutzens ist nicht gleich dem Preis, den ein Verbraucher für ein öffentliches Gut bezahlt. Dieses wäre der Grenznutzen; die Konsumtheorie möchte jedoch den gesamten Nutzen erfassen, d. h. den Erlös plus Konsumentenrente[2].
Andere Definitionen des Nutzens stammen aus der Wohlfahrtstheorie, z. B. das Pareto-Optimum. Wir wollen diese hier nicht weiter diskutieren. Nur der Unterschied zwischen der Nutzendefinition im Rahmen der Methode des Produktionszuwachses und der Methode von Konsumentenrente sind für diese Arbeit wichtig; denn beide Methoden sind Grundlagen für die praktische Evaluierung. Den meisten Ökonomen, die damit arbeiten, ist jedoch der Unterschied, der schon in der Definition liegt, nicht voll bewußt.

(1) Erklärung zum Meßverfahren (A)

Welche komplementären Investitionen können bei der Definition des Produktionszuwachses gemeint sein?

Die Methode des Produktionszuwachses kann, wie die Arbeit zeigen wird, noch nicht auf volkswirtschaftlichen Niveau durchgeführt werden. Sie kann aber erfolgreich auf dem Niveau einer

---

1) Eine solche Definition gibt z. B. ECKSTEIN, Otto: "Water Resource Development, The Economics of Project Evaluation", Cambridge, Mass. 1958.

2) Zur weiteren Diskussion, ob Nutzen als Differenz zwischen den empfundenen Transportkosten oder als Differenz zwischen den Konsumentenrenten gemessen werden soll, siehe WOHL, Martin und MARTIN, Brian V.:"Traffic System Analysis for Engineers and Planners", Mc Graw Hill Book Company, New York 1967.

Mikroregion angewandt werden. Die Straßeninvestition, die dazu gemacht wird, wird im allgemeinen eine ländliche Zubringerstraße sein. Für die Messung des Produktionszuwachses werden in dieser Arbeit zwei Modelle ausführlicher dargestellt werden:

- das HARVARD-Modell für Columbien und
- ein produktionstheoretisches Modell der linearen Programmierung für eine Mikroregion.

(2) Erklärung zum Meßverfahren (B)

Zu (B.1):
Der Zuwachs an Verkehrsvolumen, welcher sich auch ohne die Investition entwickeln würde, wird häufig genannt "natürliches" oder "vegatatives" Wachstum des Verkehrsvolumens. (Natural oder Vegetative Growth).
Diese Summe aus "gegenwärtigem" oder "bestehendem" Verkehr (existing traffic) und vegatativem Verkehr wird genannt "normaler Verkehr".

Zu (B.2) und (B.3):
Die Zunahme oder Abnahme an ökonomischer Produktivität kann zwei Gründe haben, welche in der Produktionstheorie wohl definiert sind:

- Erstens aufgrund von günstigen Kombinationen der Produktionsfaktoren bei großen Stückzahlen (Economies of Scale),
- zweitens aufgrund technischen Fortschritts.

Wir definieren alternativ zu Harral, wo diese Veränderungen gemessen werden sollen. Er definiert (B.2) "in der Nähe der Verkehrsverbindung" oder (B.3) "anderswo in der Volkswirtschaft". Diese Begriffe sind geographisch definiert. Für den Ökonomen kann es vorteilhafter sein, sie zu definieren als wirtschaftliche Sektoren, wenn er nämlich in einer großen Region arbeitet, die mehrere Subregionen und mehrere Branchen umfaßt.

Wir schlagen daher vor, alternativ auch die Definitionen zu benutzen, welche die Statistik für die Input-Output-Analyse festgelegt hat. Sie benutzt ökonomische Branchen entsprechend technischen Kriterien. Eine geographische Definition sollte nur angewandt werden, wenn der Aufwand für die Erhebung der Input-Output-Daten zu groß ist. Dann verbietet sich jedoch die Anwendung verfeinerter ökonomischer Verfahren wie das der Input-Output-Analyse und der darauf basierenden Prognoseverfahren. Falls eine geographische Definition angewandt wird, können vor allem zwei Klassifikationen in Frage kommen.

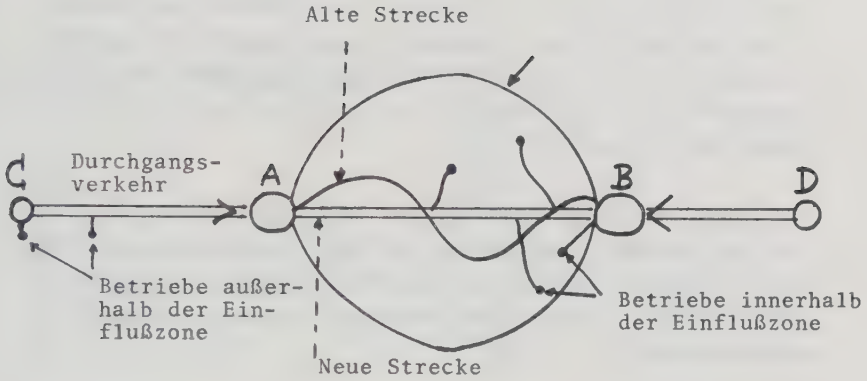
(1) "In der Nähe der Straße" heißt: Im sogenannten Einflußbereich der Straße, welcher genau und detailliert zu definieren ist[1].
In geographischer Entfernung von der Straße (B.3) heißt dann: Außerhalb des Einflußbereiches.

(2) "In geographischer Entfernung" kann aber auch definiert werden als: Veränderungen in Produktionsbetrieben, welche eine Straße zwischen A und B lediglich für den Durchgangsverkehr benutzen.

Also Betrieben, die außerhalb der Strecke AB liegen, die eine Verbesserung erfährt, z. B. in den Orten C und D.
In der Nähe der Straße hieße dann: Betriebe in A und B oder in der Nähe der Strecke AB. (Vgl. folgendes Schema)

---

1) Zur Definition des Einflußbereiches (Zone of influence) vgl. STEINER, Henry M: "Mexican Social Roads", International Development Review, Vol. 8, No. 3, 1966, S. 23; im Gegensatz zu HAWKINS, Edward K.: "Road Transport in Nigeria", London, Oxford University Press 1958, S. 15-16.



Figur I.A.3.(1): Geographische Definition der Wirkungen (B.2) bis (B.5)

Wie kann ein Wachstum in der Produktivität im Transportsektor aufgrund sinkender Grenzkosten (Economies of scale) veranschaulicht werden?

Ein LKW-Unternehmer kann durch eine Straßeninvestition angeregt werden, seinen LKW-Bestand zu verdoppeln. Dadurch sinken die Grenzkosten für die Verwaltung des LKW-Dienstes, für die Instandsetzung des LKW und evtl. für die Lagerhaltung der Güter. Dies sind Kostenersparnisse, welche nach entsprechender Umrechnung hinzugefügt werden können zu den Transportkostenersparnissen, die schon unter B.1 erfaßt sind. Die Kostenersparnisse aufgrund sinkender Grenzkosten (bessere Kapazitätsauslastung) bei Vergrößerung des Outputs können in den übrigen ökonomischen Sektoren in folgender Weise gemessen werden:

- Landwirte müssen z. B. einen Fragebogen ausfüllen, der erforscht, auf wieviel sie ihre Grenzkosten für Verwaltung und sonstige Gemeinkosten beziffern würden, wenn sie ihren Output um einen bestimmten Prozentsatz erhöhten.

In diesen Fällen wird angenommen, daß die Produktionstechnik konstant bleibt. Das wird jedoch während der Lebensdauer der Straße selten der Fall sein, wenn es sich um landwirtschaftliche Zubringerstraßen handelt. In solchen Fällen muß das Wachstum der Produktivität auch in Abhängigkeit vom technischen Fortschritt bestimmt werden. Wie kann das geschehen im Fall einer Mikroregion?

Wir zeigen dies gleichzeitig für die Fälle (B.4) (Einfluß des technischen Fortschritts auf den Transportsektor) und (B.5) (Einfluß auf alle anderen ökonomischen Sektoren). Dazu wird hier eine Methode benutzt, die Arturo ISRAEL vorgeschlagen hat[1].

1) ISRAEL, Arturo: "Appraisal Methodology for Feeder Roads Projects",IBRD Working Papers No. 70, March 19, 1970. Dies ist soweit wir wissen, der erste Versuch, im Detail zu zeigen und zu messen, wie der Effekt von Transportkostenersparnissen übersetzt wird in Veränderungen in anderen Wirtschaftssektoren. Eine genauere Evaluierung dieses Modells wird später in Teil II.A.3 gegeben.

Tabelle I.A.3(2) Beschreibung der Produktionsbedingungen in der Situation o h n e das Projekt

P r o d u k t i o n s p r o z e ß

Input-Faktoren	Subsistenz-Landwirtsch.	Weizen	Vieh	Kartoffeln	Verkehrsleistung	Faktorbegrenzungen
Ungelernte Arbeit (Arbeitsstunden)	250	100	365	250	133	10.000.000
Land f. Viehzucht (Acres)	-	-	4	-	-	4.000
Land f. Ackerbau (Acres)	1	1	1	1	-	30.000
Zugtier-Arbeitskraft (Ochsengespann-Arbeitsstunden)	45	40	-	50	133	1.500.000
Verkehr (Tonnenkilometer)	-	41	120	164	-	

Output	Mais	Bohnen	Weizen	Milch	Fleisch	Kartoffeln	Verkehrsleistung
Menge (Pfund u. Tonnen-km)	500	300	750	2000	200	3000	200
Wertschöpfung (Geldeinheiten)	1.420		2.250	6.400		4.800	2.000

Tabelle I.A.3.(3) Beschreibung der Produktionsbedingungen mit der Verbesserung des ursprünglichen Weges und der Zubringerstraße Alternative 1

	Produktionsprozesse				Verkehrsleistung			
Input-Faktoren	Subsistenz Landwirtsch.	Weizen	Vieh	Kartoffeln	Verbesserung ursprüngl. Weg	LZS Altern. I		Faktorbegrenzungen
Ungelernte Arbeit (Arbeitsstunden)	250	100	365	250	100	36		10.000.000
Gelernte Arbeit (Arbeitsstunden)	-	-	-	-	-	3		25.000
Land f. Viehzucht (Acres)	-	-	4	-	-	-		4.000
Land f. Ackerbau (Acres)	1	1	1	1	-	-		30.000
Zugtier-Arbeitskraft (Ochsengespann-Arbeitsstunden)	45	40	-	50	100	-		1.500.000
LKW-Arbeitskraft (LKW-Stunden)	-	-	-	-	-	3		25.000
Verkehr (Tonnenkilometer)								
Verbesserung des ursprüngl. Weges	-	36	104	142	-	-		
Zubringerstraße Alternative 1	-	31	90	123	-	-		
Output	**Mais**	**Bohnen**	**Weizen**	**Milch**	**Fleisch**	**Kartoffeln**	**Transport**	
Menge (Pfund u. Tonnen-km)	500	300	750	2000	200	3000	200	
Wertschöpfung (Geldeinheiten)	1.420		2.250	6.400		4800	2000	

Tabelle I.A.3.(2) beschreibt die Produktionsbedingungen einer ländlichen Mikroregion in Form einer Input-Output-Tabelle. Es gibt nur fünf ökonomische Mikrosektoren oder Produktionsprozesse, einer davon ist der Transportsektor, dargestellt durch die Transportspalte. Verkehrsleistungen sind gleichzeitig ein Produktionsfaktor für die vier landwirtschaftlichen Produktionsprozesse; dies wird dargestellt durch die Transportzeile.

Tabelle I.A.3.(2) zeigt die (linear angenommenen Produktionsfunktionen vom Typ LEONTIEF) für den Fall, daß keine Zubringerstraße gebaut ist; es besteht nur nicht-motorisierter Verkehr mit Ochsenkarren. Tabelle I.A.3.(3) zeigt die geschätzten Produktionsfunktionen mit zwei Arten von Straßenprojekten:

- erstens eine Verbesserung des alten Weges für Zugtierverkehr,
- zweitens der Bau einer einfachen Zubringerstraße mit Verkürzung der Strecke.

In beiden Fällen haben sich die Inputkoeffizienten im Transportsektor verändert. Arbeitsstunden für Zugtiere und für Menschen, die ohne das Straßenprojekt für Ochsenkarren verwendet würden, werden nun teilweise ersetzt durch LKW-Stunden und können daher in landwirtschaftlichen Produktionsprozessen benützt werden.

Das wiederum ändert die Produktionswerte bzw. die Wertschöpfung in erstens dem Transportsektor (Fall B.2) und zweitens in den vier Nicht-Transportsektoren der Mikroregion (Fall B.3). Dies wird später im gleichen Modell gezeigt; Tabelle I.A.3.(3) zeigt nur die Ersparnisse von 33 menschlichen Arbeitsstunden und 33 Arbeitsstunden für Zugtiere bezogen auf einen Acre Land.

Diese Ersparnisse können dann

- entweder benutzt werden für den Kauf von zusätzlichen LKW, falls nämlich alle anderen Produktionsfaktoren unterbeschäftigt sind, oder neue Ressourcen von außerhalb gekauft werden können; in diesem Falle würde der technische Fortschritt auf den Transportsektor begrenzt bleiben (Fall B.2)
- oder dies kann zur Substitution der anderen Faktoren in den vier landwirtschaftlichen Prozessen führen; dadurch ändert sich die Produktionsfunktion. Dies ist der Fall (B.3): Übertragung des technischen Fortschritts auf die Nicht-Transportsektoren und Veränderung im Stand des technischen Wissens. Die Zunahme an Produktivität aufgrund größerer Stückzahlen und Kostendegression bei gleicher Kapazität (z. B. gemessen durch die bebaute Fläche) kann natürlich wegen der Annahme der Linearität der Produktionsfunktion in einem LP-Modell nicht veranschaulicht werden.

Durch (B.4) würde die Tatsache bezeichnet, daß im Transportsektor Kapazitäten an Fahrzeugen, Personal etc. leerstehen, die in höherem Maße als bisher benutzt würden. Das Ergebnis dieser Veränderung in den Inputmengen kann gemessen werden

- entweder kurzfristig in Kostenersparnissen, wenn der gesamte Output gleich bleibt,
- oder längerfristig in Zuwachs an Wertschöpfung im Vergleich zu der Situation ohne die Straßeninvestition, wenn Preise für Inputs und Outputs in das Modell einbezogen werden.

Auf diese Weise können die Komponenten B.2 und B.3, wenn auch nur kurzfristig, in Form von Kostenersparnissen gemessen werden, was dem Meßverfahren B entspricht; sie sollten aber besser längerfristig als Beitrag zum gesamten Produktionszuwachs oder zum Zuwachs an Wertschöpfung gemessen werden, was

dem Meßverfahren A entspricht. Später wird sich zeigen, wie man beide Verfahren A und B am besten kombinieren sollte, um einerseits möglichst genaue und andererseits möglichst vollständige Ergebnisse zu bekommen. Denn das Verfahren A ist vollständig, aber relativ ungenau; das Verfahren B dagegen ist relativ genau, aber unvollständig.

Zu Punkten B.4 und B.5: Beschäftigungswirkungen

Beschäftigungswirkungen innerhalb und außerhalb des Transportsektors oder im bzw. außerhalb des Einzugsbereiches einer Straße können ebenfalls anhand des genannten Modells der linearen Programmierung illustriert und gemessen werden. Das Verfahren der linearen Programmierung erlaubt es bekanntlich, die Schattenpreise und die Beträge der unbeschäftigten Faktoren zu bestimmen. Mit diesen Daten kann man berechnen, um wieviel die Wertschöpfung zunehmen würde, wenn die Produktionstechnik so abgeändert würde, daß der größte Teil der unbeschäftigten Faktoren eingesetzt würde.

Selten wird es praktisch möglich sein, B.2 von B.4 bzw. B.3 von B.5 zu isolieren. Häufig wird eine Steigerung der Effizienz aufgrund von steigender Stückzahl oder verbesserter Technologie die Unternehmer auch anreizen, unbeschäftigte Ressourcen einzusetzen. Allerdings nur in dem Maße, wie die marginalen Kosten einer solchen Kapazitätserweiterung geringer sind als die marginalen Kosten zur Einführung neuer Technologien. Der Einsatz von unbeschäftigten Ressourcen könnte im LP-Modell ausgedrückt werden durch Einsatz von

- zusätzlichem Ackerland,
- zusätzlicher menschlicher Arbeitskraft,
- zusätzlichen Maschinen und Saatgut, die mit den Kostenersparnissen aus dem Verkehrssektor bezahlt werden können.

Diese Beschäftigung von neuen Ressourcen kann auch bei konstanter Technologie vor sich gehen. Sie führt zu einer zusätz-

lichen Wertschöpfung, welche durch die Größen B.4 und B.5 gemessen wird.

Das lineare Planungsverfahren erlaubt in dieser Form nur eine statische Betrachtungsweise. Es müßte dynamisiert werden, damit Multiplikator und Kapazitätseffekte von Investitionen berücksichtigt werden könnten. In der vorliegenden Form ist nur eine komparativ-statische Betrachtung und Berechnung möglich.

(3) Kritik am Schema von HARRAL

Nachdem wir in dieser ausführlichen Form erklärt haben, was die einzelnen Komponenten des Maßes B bedeuten, müssen wir eine zum Schema von HARRAL allgemeine Kritik und Ergänzung machen: er behauptet, daß alle vier Maße A, B, C und D äquivalent sind und daß folgende Gleichungen gelten:
"Maß A = Maß B = Maß C = Maß D,
und jedes Maß setzt sich zusammen aus einem oder mehreren verschiedenen Elementen, die numeriert werden mit (A), (B.1), (B.2) usw."[1]. Das bedeutet auch, daß z. B. gilt:

(A) = (B.1) + (B.2) + (B.3) + (B.4) + (B.5).

Hierzu ist anzumerken: Diese Schreibweise ist eine Vereinfachung, die dazu führen kann, daß man sich eine falsche Vorstellung über die "Summanden" (B.2) bis (B.5) macht. Wir müssen daher das Schema von HARRAL korrigieren.
Wie können die Komponenten (B.2) bis (B.5) gemessen werden? (B.2) setzt sich zusammen aus den Differenzen in der Produktivität aller Faktoren, welche die Wertschöpfung bestimmen.

z. B. (1) $\frac{\Delta X}{\Delta M} = \frac{X_m - X_o}{M_m - M_o}$ und (2) $\frac{\Delta X}{\Delta A} = \frac{X_m - X_o}{A_m - A_o}$

wobei z. B. M_m die Maschinenstunden sind, welche man m i t

1) HARRAL, Clell, Preparation ..., S. 43.

der Investition braucht, und M_o o h n e die Investition (desgl. A für Arbeitsstunden).

(B.1) dagegen kann als die Änderung der Produktivität des Transportsektors interpretiert werden; statt Transportkosten pro Einheit definiert man nur Wertschöpfung pro eingesetzter Transportstunde.

$$(B.1) = \frac{\Delta X}{\Delta T} = \frac{X_m - X_o}{T_m - T_o}$$

(B.4) und (B.5) dagegen sind zusätzliche Mengen von unbeschäftigten Produktionsfaktoren, welche eingesetzt werden, ohne daß sich die Technologie und damit die partiellen Grenzproduktivitäten der Faktoren ändern,

z. B. ΔA_o = zusätzliche Arbeitsleistung,

ΔM_o = zusätzliche Maschinenleistung.

Die Produktivitäten $\frac{X}{A_o}$ und $\frac{X}{M_o}$ sind die gleichen wie ohne die Investition.

Nun ist es aber offenbar, daß die einfache Summe von Veränderungen in den Produktivitäten (B.1, B.2, B.3) und in den Faktormengen (B.4 und B.5) noch keinen Produktionszuwachs ergibt. Die Schreibweise von HARRAL kann also bestenfalls als symbolische Schreibweise akzeptiert werden, nicht als mathematische. Die Elemente (B.1) und (B.5) sind keine Summanden. Wie können sie stattdessen interpretiert werden? Wir glauben, daß sie lediglich als D e t e r m i n a n t e n des Produktionszuwachses zu interpretieren sind. Die zahlreichen anderen Interpretationen der Kostenersparnisse und anderer (sekundärer und indirekter) Effekte halten wir für falsch. Wir sind der Meinung, daß alle Konzepte der Nutzenmessung sich an einem detaillierten Konzept des Produktionszuwachses orientieren müssen. Sie können die Messung der Wertschöpfung vereinfachen, aber sie können gegen dieses Grundkonzept nicht verstoßen.

Sowohl Kostenersparnisse als auch Veränderungen in den Produktivitäten der Produktionsfaktoren sind keine Größen, die den Nutzen hinreichend ausdrücken können. Sie müssen übersetzt werden in Wertschöpfung. Andernfalls ist die Nutzenmessung schon vom Konzept her unvollständig, ohne daß es dem Evaluierer bewußt ist. Frei ist er lediglich in der Wahl einer Methode, die diese Übersetzung mehr oder weniger vereinfacht und daher eine Unvollständigkeit erzeugt, die aus dem Mangel an Daten oder der Einfachheit des Modells resultiert. Aber eine Unvollständigkeit von der Seite der Definition des Nutzens, also schon vom theoretischen Konzept her, halten wir für vermeidbar. Zu zeigen, wie viele der praktisch gebrauchten Konzepte der Nutzen-Kosten-Analyse letztlich mit dem Grundkonzept des Produktionszuwachses zusammenhängen, ist eine der Aufgaben dieser Arbeit. Da diese Zusammenhänge von vielen Autoren übersehen werden, wird es zuweilen nötig sein, ihre Ansätze zu kritisieren (VAN DER TAK/RAY, ODIER, WOHL-MARTIN etc.).

Wenn der Zusammenhang zwischen vereinfachten Evaluierungsmethoden und dem produktionstheoretischen Ansatz des Produktionszuwachses bzw. der Wertschöpfung übersehen wird, kommt es zu systematischen Doppelzählungen. Wie können wir also die Beziehung zwischen der Klassifikation A (Konzept der Wertschöpfung) und B (Konzept der Kostenersparnisse) besser ausdrücken?
Wir schlagen folgende Form vor (in Analogie zum LP-Modell):

$$X_o = f(T_o, A_o, M_o, V_{1O}, \ldots V_{no})$$

Die Wertschöpfung ohne die Straße ist eine Funktion des Transportvolumens T_o, der menschlichen Arbeitsleistung pro Stunde A_o, der Maschinenleistung pro Stunde M_o und aller anderen Produktionsfaktoren V_{io} mit i = 1, 2, ..., n. Alle Faktoren gemessen mit ihrer Produktivität, die beim durchschnittlichen technischen Wissen und der Kapazitätsauslastung im Zustand ohne die Straße zutrifft.

Welche Form die Produktionsfunktion in der Wirklichkeit hat, wird in der praktischen Evaluierung nicht bestimmt werden können. Aber es ist wichtig festzustellen, daß es eine komplexe Funktion sein wird. Mit einfacher Summierung von irgendwelchen Komponenten (B.2) bis (B.5), die zu den Kostenersparnissen addiert werden, kann man sich nicht zufriedengeben.

Diese muß verglichen werden mit einer ähnlichen Produktionsfunktion, die die durchschnittlichen Werte für die Produktivität der Faktoren im Zustand m i t der Straße reflektiert.

$$X_m = g(T_m, A_m, M_m, V_{1m}, \ldots V_{nm})$$

Die Differenz zwischen X_m und X_o ergibt dann den Produktionszuwachs ΔX, der der Straße zuzuschreiben ist, falls keine anderen Investitionen von außerhalb der Region gemacht werden.

Will man den Produktionszuwachs mit den Bezeichnungen von HARRAL schreiben, so kann man lediglich formulieren:

$$\Delta X = h\left[(B.1, B.2, B.3), (B.4, B.5)\right]$$

Dabei gilt: (B.1) und (B.2) und (B.3) sind Determinanten von ΔX, bei denen die Technologie sich ändert. (B.4) und (B.5) sind Determinanten, bei denen sie sich nicht ändert.
Die gleichen Überlegungen gelten für die Maße C und D, welche ja nur Varianten von B sind. Wir lassen die Schreibweise von HARRAL bestehen, betonen aber, daß es sich nicht um eine Definitionsgleichung handelt.

(4) Zum Meßverfahren C:

Zu C.1:
Gewinnzuwächse bei Transportunternehmern können nicht immer erfaßt werden. Manchmal sind sie schon teilweise weitergegeben an die Gruppe der Zwischenhändler und über diese an die Konsumenten. Sie müssen dann in den Statistiken der Zwischenhändler erfaßt werden.

Zu C.2:
Transport-Auftraggeber (shippers) sind meistens Produzenten auf den verschiedenen Fertigungsstufen oder Händler. Im Fall der ländlichen Zubringerstraße sind es vorwiegend die Landwirte in der Mikroregion. Im Fall einer größeren Straße, die auch einen erheblichen Anteil von Durchgangsverkehr hat, müssen theoretisch die Transportkostenersparnisse aller Produzenten gemessen werden, die diese Strecke benutzen, auch wenn sie in weiterentfernten Regionen wohnen (Fall C.3). Wie dies gemacht wird, zeigt die Methode BENREL des HARVARD-Modells[1].

Die Aufgliederung in die Elemente (C.1), (C.2) und (C.3) ist eine der am häufigsten gebrauchten Möglichkeiten, um die Transportkosten-Ersparnisse des Blocks (B.1) zu erfassen. (B.1) sagt nichts drüber aus, wie die Kostenersparnisse auf den normalen Verkehr statistisch erfaßt werden sollen. Methode C dagegen gibt die Gruppen an, bei denen sie anfallen. Deshalb kann man sagen, daß die Methode C die eigentliche, praktisch verwendbare Version von Methode B ist und diese er-

---

1) Vgl. ROBERTS, Paul O., KRESGE, David T.: "Systems Analysis and Simulation Models". The Brookings Institution, Washington D. C. 1971. Dieses Buch erschien als Lehrbuch und bringt in leicht zusammengefaßter und ergänzter Form den Aufbau des Harvard-Modells, welches im "Final Report" von 1968 von den gleichen Autoren dargestellt wurde.

setzen kann. Wir belassen Methode B nur als eigene Gruppe für den Fall, daß man B.2 und B.3 nicht geographisch, sondern nach wirtschaftlicher Verflechtung definiert.

(5) Zum Meßverfahren D: Bodenpreis- oder Bodenwert-Zuwächse

Das Element (D.2) (Einkommensteigerung für Immobilienbesitzer in der Nähe der neuen Strecke) ist ein typischer Indikator für die erwartete Wertschöpfung. Hier wird nicht eine große Menge einzelner Daten gesammelt, aus denen sich die Produktionsmöglichkeiten in der Nähe der Strecke errechnen lassen; stattdessen verwendet man tatsächliche und geschätzte Preise für Immobilien, in denen sich die Erwartungen der Unternehmer darüber niederschlagen, welche Wertsteigerung man auf dem Anliegerland erreichen kann.

Diesen Werten über geschätzte zukünftige Rentabilität von Investitionen in der Nähe der Straße liegen eine große Zahl von mehr oder weniger exakten Investitionsrechnungen zugrunde, die die Immobilienhändler und -käufer anstellen. Sie tun letztlich nichts anderes, als was das Evaluationsteam auch tut: nämlich das zu erwartende Wachstum der Wertschöpfung zu berechnen. Sie mögen dafür kein komplexes Modell haben, wie wir es später vorstellen werden, aber sie haben ein Grundmodell für ihre Investitionsrechnung.
In einem Punkte aber unterscheiden sich ihre Investitionsrechnungen von der des Bewertungsteams: sie sind einzelwirtschaftlich angelegt und auf den engeren geographischen Raum am Rande der Straße begrenzt. Deshalb können ihre Ergebnisse eine Berechnung des gesamten Produktionszuwachses (Methode A) nicht voll ersetzen.
Diese Steigerungen aus Einkommen von Immobilienbesitz sind laut Definition gleich der Summe aus (B.2) (Zuwachs an Produktivität) und (C.2) (Ersparnisse der Verkehrsbenutzer, wenn

man diese in geographischer Nähe zur ausgebauten Straße mißt). Es ist offenbar, daß die Bodenwertsteigerungen nur diesen Teil des gesamten Produktionszuwachses messen können, der aus den Verkehrsinvestitionen folgt. Deshalb müssen die Punkte (B.3) und (C.3) und die Punkte (B.4) und (B.5) gesondert erfaßt und zu den Elementen (D.1) und (D.2) addiert werden.

Das Meßverfahren D ist damit im Grunde auch nur eine Variation des Verfahrens der Transportkosten-Ersparnisse; lediglich zwei Elemente werden durch Indikatoren über Bodenwertzuwächse ausgedrückt, wenn diese Art der Erfassung billiger, genauer oder schneller ist als ceteris paribus die Erfassung in den Fällen (C.2) und (B.2).
In welchem Maße sind Steigerungen von Bodenpreisen als Nutzen anzusehen?
Die Steigerungen im Wert von Grundstücken werden häufig direkt als Benefits der Verkehrsinvestitionen bewerten. Bei vorsichtigeren Autoren werden sie lediglich als I n d i k a t o r e n solcher Benefits angenommen. Es stellt sich daher die Frage, in welchem Maße sie wirkliche Benefits sind. Wir glauben, daß nur in einem seltenen Extremfall die gesamte Steigerung von Grundstückspreisen, multipliziert mit den Flächen, als Benefits angesehen werden können, die ausschließlich der Straße zurechenbar sind, nämlich in dem Fall, wo wiederum die Straße der einzige knappe Faktor war und alle anderen Produktionsfaktoren in kostenminimaler Kombination bereits vorhanden waren.

Häufig werden jedoch andere Investitionen von außen in diese Gebiete hineinfließen. Große Ölfirmen werden z. B. am Rand der Straße Tankstellen bauen. Dies sind Investitionen, die auch in anderen Gebieten, möglicherweise mit geringerer Rendite, hätten gemacht werden können. Um einigermaßen exakt zu arbeiten, muß man daher die Kosten für solche Investitionen von dem Wert der Steigerung der Bodenpreise sub-

trahieren. Die Bodenpreise sind lediglich ein Indikator für den Zustand der übrigen Produktionsfaktoren, die schon von vornherein vorhanden sind: Sie sind umso höher, je

- größer die Menge der einzelnen aggregierten Faktoren ist, (ha landwirtschaftlicher Fläche oder Anzahl billiger Arbeitskräfte),
- höher die Qualität dieser Faktoren ist,
- geringer die Zahl der knappen Faktoren ist, in welche investiert werden müßte, nachdem die Straße eröffnet ist,
- näher diese Produktionsfaktoren zu den Absatzmärkten liegen, usw..

Da die Bodenpreise eine so große Zahl von Komponenten widerspiegeln, sind sie zwar theoretisch problematisch, für die Praxis jedoch eine brauchbare Vereinfachung.

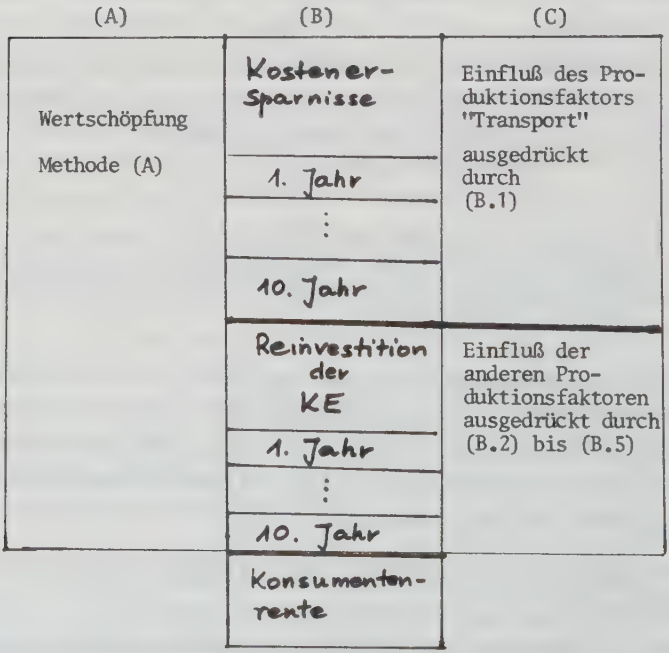
I.A.3.c. Vergleich zwischen der Größe des Nutzenmaßes A und B (bzw. C und D als Ersatz für B) in schematischer Darstellung

Die Größe der Wertschöpfung wird in Figur 2 durch das Rechteck (A) angegeben. (B) zeigt schematisch, wie sich die Wertschöpfung im Zeitablauf aus den Kostenersparnissen bildet; es zeigt auch, daß ein erheblicher Teil des Gesamtnutzens (A) ungeschätzt bliebe, wenn man

- nur die Kostenersparnisse für Straßenbenutzer messen wollte oder
- die Auswirkungen der KE und der anderen Produktionsfaktoren auf weniger als zehn Jahre verfolgte. Im fünften Jahr wird angenommen, daß der durchschnittliche Produktionszuwachs erreicht ist, der aufgrund der Einwirkung der

Produktionsfaktoren entsteht, welche im Rechteck (C) dargestellt sind.

Die Größe von A wird umso eher erreicht werden, je mehr einzelne Faktoren aus den Gruppen (B.2) bis (B.5) und ihre Veränderungen betrachtet werden. Solange Faktoren fehlen, wird der Gesamtnutzen, der aus den einzelnen Faktorengruppen (B.1) bis (B.5) in einem vereinfachten Verfahren berechnet wird, kleiner sein als der, welcher als Wertschöpfungszuwachs ΔX mit dem Nutzenmaß A berechnet wird.



Figur I.A.3.c.(2): Schematische Darstellung der Methoden des Produktionszuwachses und der Kostenersparnisse

I.A.3.d. Sind die Kostenersparnisse wirklich nicht mehr als eine Determinante des Wertschöpfungszuwachses? Die Problematik von intangiblen Kostenfaktoren.

In diesem Abschnitt haben wir behauptet, daß die Kostenersparnisse eine Determinante oder symbolisch ein Teil der Wertschöpfung sind. Damit dies theoretisch exakt ist, müssen wir folgende Verfeinerung machen:
Wenn man als Kostenersparnisse auch Unfallkostenersparnisse mißt, so geht man eigentlich über ein ökonomisches Maß wie die Wertschöpfung hinaus; ähnliches gilt für höhere Bequemlichkeit und andere Effekte, die nach unserem Schema unter die intangiblen fallen und eigentlich nur durch die Kosten-Wirkungs-Analyse mit subjektiven Bewertungen erfaßt werden können. Man mißt als Nutzen also Werte, die im allgemeinen nicht in der Messung des Wertschöpfungzuwachses enthalten sind. Dies erwähnt auch ADLER und zieht daraus den Schluß, daß es sich also doch um zwei grundsätzlich verschiedene Methoden handelt.

Für den Fall von Straßen in ländlichen Gebieten sind wir hier anderer Meinung:
Erstens werden Unfallkostenersparnisse oder Zuwachs an Bequemlichkeit bei ländlichen Straßen keine größere Rolle spielen und werden deshalb zu Recht in der Praxis so gut wie nie berechnet.
Zweitens kann man natürlich auch versuchen, den ökonomischen Teil solcher Wirkungen auszudrücken und als Beitrag zur Wertschöpfung auffassen. Wie dies im Fall von ländlichen Entwicklungsregionen gemacht wird, zeigen wir in Abschnitt II.A.5.
Im Fall von Straßen mit hohem Verkehrsvolumen werden diese intangiblen Effekte ja auch schon häufig in ökonomische Werte übersetzt. Man mißt den rein-ökonomischen Wert eines Unfalltoten, so einseitig das ist, z. B. an seinen volkswirtschaftlichen Ausbildungskosten oder am Gehalt, das er bis zu seinem Lebensende beziehen würde. Daß man dabei einen nicht-ökono-

mischen Teil des Effektes Unfall außer acht läßt, ist ein Mangel in der Methode der NKA; sie muß deshalb zur Kosten-Wirksamkeits-Analyse erweitert werden; sie erst berücksichtigt eine alte Weisheit, die im materialistischen Industriezeitalter verlorengegangen ist, nämlich den Spruch der Bibel: "Der Mensch lebt nicht vom Brot allein".

Damit wird auch das folgende, sehr ähnliche theoretische Problem berührt: es wird von vielen Autoren mit einem gewissen Recht behauptet, daß die KR-Methode ein umfassenderes Maß sei als die Messung des Wertschöpfungszuwachses. Der Wertschöpfungszuwachs spiegele eben nicht den höheren Komfort bzw. die niedrigeren Unfallkosten wider, welche in der Nachfragekurve für Verkehr enthalten seien.
Für die Praxis von ländlichen Entwicklungsstraßen gelten hierzu die gleichen beiden Argumente wie oben: Diese Wirkungen sind erstens so gut wie ohne Bedeutung in diesen Regionen, und zweitens sind sie theoretisch sehr wohl in Wertschöpfung übersetzbar. Außerdem gibt es, falls man diese Effekte in Veränderungen in der Neigung oder in einer Verschiebung der Transportnachfragekurve übersetzen wollte, nur eine adäquate Methode: die Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Die durch sie erfaßten subjektiven Nutzenschätzungen müssen die Grundlage sein, um theoretisch eine Nachfragekurve für Verkehr herzuleiten, die alle diese intangiblen Wirkungen widerspiegelt.

Wir lösen dieses Problem auf folgende Weise: die KW-Analyse betrachten wir als die notwendige Erweiterung bzw. den Ersatz für die zu enge NK-Analyse. Sie kann daher als Brücke oder Verbindungsglied zwischen einer PZ-Methode betrachtet werden, welche nur tangible Werte berücksichtigt, und einer KR-Methode, die so definiert wird, daß sie tangible und intangible Werte mißt. Wenn die PZ-Methode also zur KW-Analyse erweitert wird, so ist sie ein ebenso umfassendes Maß wie die KR-Methode. Und wir wollen zeigen, daß sie das einzig praktische Maß ist; daß die KR-Methode nur der Über-

bau ist, der ohne den Unterbau der PZ-Methode, erweitert zur KW-Analyse, einfach graue Theorie bleibt.

I.A.3.e. Schlußfolgerungen

Beim Vergleich der beiden großen Methoden der Nutzenmessung hat sich gezeigt, daß dies keine grundsätzlich verschiedenen Methoden sind, sondern daß sie sich in gewisser Weise durchdringen. Wir behaupten, daß man die Kostenersparnisse als eine Hauptdeterminante des Produktionszuwachses auffassen muß.

Die Bedeutung der anderen Determinanten (B.2) bis (B.5) ist bei Straßen in entwickelten Regionen wohl relativ gering und vor allem schwerer meßbar. Dies mögen die beiden Gründe sein, weshalb man den Zusammenhang zwischen der Methode der Kostenersparnisse und der des Produktionszuwachses bisher weitgehend übersehen hat, ja sie oft sogar als völlig verschiedene Ansätze behandelt.

Wir werden genauer aufzuklären haben, auf welche Weise die beiden Methoden sich durchdringen und sich ergänzen, um später darauf aufbauend eine neue Methode entwickeln zu können, welche die Vorteile beider Methoden in sich vereint. Dies wird hauptsächlich Aufgabe der Abschnitte II.A. und III.A. sein. In II.A. untersuchen wir die theoretischen Grundmodelle, auf denen diese Methoden basieren, und in III.A versuchen wir ihre Synthese.

Zunächst jedoch zeigen wir, wie beide Methoden in der Praxis gehandbabt werden und welche Verbesserungen man dazu vorschlagen könnte.

I.A.4. Sonstige Definitionen

I.A.4.a. Definition von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen (LZS)

Wir schlagen vor, landwirtschaftliche Zubringerstraßen nach der Methode zu definieren, mit denen sie evaluiert werden sollen. LZS sind demnach solche Straßen in agrarischen Regionen, deren Nutzen vorwiegend aus neu entstehendem Verkehr (new traffic) bestehen; (Wir wollen diese Art von Nutzen als "Entwicklungsnutzen" bezeichnen). Die Nutzen aus Kostenersparnissen für die bestehenden Benutzer dagegen sind geringer.

In der englischen Literatur werden diese Straßen auch bezeichnet als "rural roads" oder "feeder roads". Ähnliche Bezeichnungen heben andere Merkmale hervor, die diese Straßen immer oder manchmal charakterisieren: "Tertiäre Straßen" (tertiary roads), "Farm zu Markt-Straßen" (farm-to-market roads) und typisch englische Bezeichnungen wie "penetration-roads", "agricultural" oder "village-roads".

Diese Straßentypen können auch folgende Merkmale haben:

- niedrige Kosten pro km aufgrund einfacher Bauweise,
- geringe Länge von z. B. 30 bis 60 km,
- niedriges Transportvolumen,
- geringer oder kein Durchgangsverkehr,
- Straßen zwischen Dörfern mit agrarischer Produktion und kleinen Provinzstädten.

Wichtig ist aber vor allem, daß die Kostenersparnisse, die auf den bestehenden Verkehr fallen, relativ gering sind im Vergleich zu denen, die auf den neuen, sogenannten induzierten Verkehr entfallen. Zur Illustration gelten die gleichen Figuren, wie für die Fälle II und III, für die wir später eine Evaluierungs-Methodologie entwerfen.

Die Bezeichnungen sind die gleichen wie bei den Darstellungen der Consumersurplus-Methode, die wir im Abschnitt II.A.1. bringen (Figur II.A.(1)). Der bestehende Verkehr ohne die Investition ist T_o, nachher oder mit ihr T_m; die Durchschnittskosten ohne sind k_o, mit der Investition k_m. Im extremen Falle liegen die Transportkosten sogar auf der Höhe von D. Dann wird keinerlei Verkehr stattfinden und Agrargüter werden solange nicht exportiert, bis der Transporttarif bis unter E sinkt. Wenn dann die LZS gebaut wird, besteht der induzierte Nutzen nicht nur aus dem Dreieck B_2, sondern EBF. Kostenersparnisse auf bestehenden Verkehr, ausgedrückt durch das Rechteck B_1, bestehen dann also nicht. Dies gehört zu Fall III in unserer später entwickelten Methodologie. (Die genaue Definition der Fälle I, II, III werden wir in Teil III.A.1.e. geben).

Die LZS gehören in der großen Mehrzahl der Fälle zu Fall III von Straßen in Entwicklungsregionen. Unter welchen Bedingungen sie zu Fall II zählen und mit einer gesonderten Methode evaluiert werden können, wird sich im Kapitel III.A.1. zeigen.

Das Dreieck, welches den Nutzen angibt, welcher dem bestehenden Verkehr in Form von Kostenersparnissen zuzurechnen ist, bezeichnen wir künftig abgekürzt als Nutzenmaß B_1. Wenn man die Methode der Konsumentenrente nicht anerkennt, so wird lediglich dieses Rechteck als Nutzen gemessen, bezogen auf den normalen und nicht allein den bestehenden Verkehr.

Wenn man die Annahmen der Theorie der Konsumentenrente anerkennt, so mißt man als Nutzen zusätzlich das Dreieck B_2. Es drückt den Nutzen aus, der dem induzierten Verkehr zuzurechnen ist.

Über die korrekte Messung dieses Dreiecks besteht in der Literatur der NKA große Unklarheit; zum Teil gibt es auch einige Kontroversen, sie sind jedoch noch nicht klar ausgesprochen worden. Der Nutzen für Straßen in ländlichen Entwicklungsräumen wird im allgemeinen einschließlich des induzierten Nutzens gemessen, also durch $B_1 + B_2$. Wenige Autoren erklären jedoch, weshalb sie den Nutzen über induzierten Verkehrs gerade mit 50 % der Kostenersparnisse bewerten. Dieses "Dreieck des Entwicklungsnutzens" ist für die angemessene Evaluierung von Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen natürlich von entscheidender Bedeutung. Es wird daher im Mittelpunkt unserer Erörterungen stehen und besonders in den Abschnitten II und III diskutiert werden.

I.A.4.b. Definition und zeitliche Entwicklung des Verkehrsvolumens in ländlichen Entwicklungsregionen

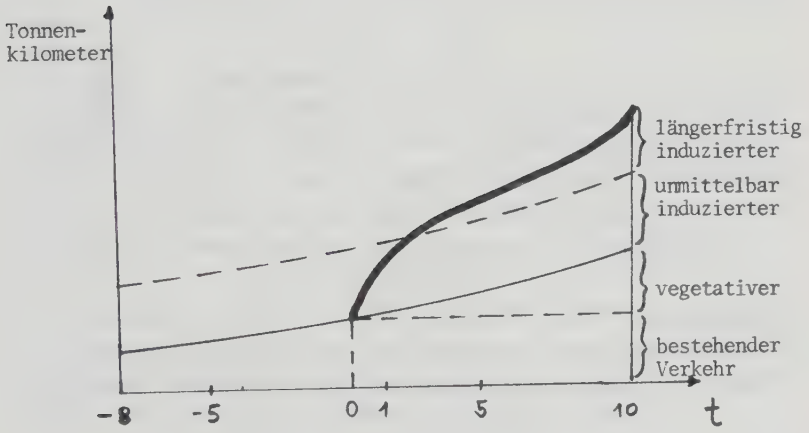
Wie sieht die Entwicklung des Verkehrsvolumens mit seinen verschiedenen Komponenten im Zeitablauf aus?

Wir teilen den Verkehr ein in:

a) bestehenden,
b) vegetativ oder natürlich wachsenden,
c1) unmittelbar induzierten und
c2) längerfristig induzierten.

Unmittelbar induzierter Verkehr kann beispielsweise in folgendem Fall entstehen: Eine Mikroregion hat Viehzucht, bei der Milch anfällt. Die Milch kann jedoch wegen zu schlechter Verkehrsverbindung nicht zum Markt der Provinzstadt gebracht werden und wird an Jungvieh verfüttert. Durch

den Bau einer Straße entsteht eine unmittelbare Erhöhung des Verkehrsvolumens (und der Wertschöpfung) durch den Milchtransport.
Gleiches gilt für extraktive Industrien. In Brasilien kommt es z. B. vor, daß der Transport von Edelhölzern erst durch eine Penetrationsstraße im Urwaldgebiet möglich wird. Die Produktion ist also auch hier schon zumindestens latent vorhanden und schafft sofort sprunghafte Verkehrsnachfrage. In die gleiche Gruppe gehört der Fall, daß eine Schönwetterstraße zu einer Allwetterstraße ausgebaut wird



Figur I.A.(4): Die zeitliche Entwicklung des Verkehrsvolumens

Unmittelbar oder kurzfristig induzierter Verkehr ist nach unserer Definition das Verkehrsvolumen, das im ersten Jahr entsteht. Längerfristig induzierter Verkehr ist der, der vom Anfang des zweiten bis zum Ende des Planungshorizontes entsteht.

Gerade bei Straßen, welche Neuland erschließen oder angliedern, kann diese Unterscheidung wichtig werden. Die Wachstumsraten des induzierten Verkehrs können dann nämlich sehr unterschiedlich sein. Meistens werden diese Straßen unter dem Fall III gezählt werden.

I.B. Verfeinerung und Beurteilung der traditionellen Nutzenmessung

In diesem Abschnitt zeigen wir zunächst, auf welche Weise der Nutzen mit einem relativ vollständigen Verfahren zur Erfassung der Kostenersparnisse der verschiedensten Art gemessen werden kann. Wir stellen dann dar, welche Schwierigkeiten sich bei der Messung des Nutzens als Regional- oder Volkseinkommens ergeben.

I.B.1. Die verbesserte Messung des Nutzens als Kostenersparnisse

I.B.1.a. An welchen Elementen werden die Kostenersparnisse gemessen?

Das zugleich kompakteste und theoretisch zufriedenstellendste Verfahren, Kostenersparnisse für Straßen aller Art in Entwicklungsländern zu messen, haben ROBERTS und KRESGE gegeben[1]. In ihrem Kolumbien-Modell definieren sie folgende Vektoren, die sie dann zu einer Maßzahl für die Kostenersparnisse zusammenfassen (dem sogenannten R-Faktor):

Ein R-Faktor ist das Produkt aus einem sogenannten "Link Performance Vector" (LPV) und einem sogenannten "Commodity Preference Vector" (CPV). Der Vektor, der die Merkmale der Strecke widerspiegelt (LPV) hat folgende Elemente:

---

1) ROBERTS, Paul O. und KRESGE, David T., Forschungsprogramm unter Leitung von MEYER, John R.: Final Report ..., S. 111 ff.

Vektor der Streckenmerkmale (LPV) =

C_1	Wartezeit auf der Strecke, in Stunden
C_2	Fahrzeit auf der Strecke, in Stunden
C_3	Fahrzeit-Varianz, in Stunden
C_4	Wahrscheinlichkeit von Verlusten
C_5	Verkehrstarif, in Geldeinheiten pro Tonne

Dieser Vektor der Merkmale einer Strecke wird, falls ein Verkehrsnetz untersucht wird, für jede Strecke zwischen zwei Knotenpunkten statistisch ermittelt.
Wie sind die einzelnen Elemente definiert?
Wartezeit ist die durchschnittliche Zeit für normalen Stillstand aufgrund von Verladungen, Ruhepausen etc.. Die Varianz der Fahrzeit gibt die Streuung der Zeiten für Fahren und Warten an, die in C_1 und C_2 ja nur als Durchschnittswerte vorliegen. C_3 ist damit ein Maß für die Pünktlichkeit. C_4 gibt die Wahrscheinlichkeit von Verlusten an, die durch Unfälle, Diebstahl oder Bruch entstehen. Der Verkehrstarif ist kein typisches Merkmal einer Strecke, aber er kann für einen gewissen Zeitraum zugeordnet werden.

Der Vektor der Streckenmerkmale muß ergänzt werden durch den Vektor der Merkmale eines bestimmten Produktes (CPV), ausgedrückt in Kosten pro Einheit. Er ist so definiert, daß er mit den Elementen des LP-Vektors übereinstimmt.

Vektor der Produktmerkmale = (CPV)

$$\begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \end{pmatrix}$$

W_1 Kosten der Wartezeit, in DM pro Stunde und Tonne

W_2 Kosten der Fahrzeit, in DM pro Stunde und Tonne

W_3 Kosten für Unsicherheit in der Ankunftszeit in DM pro Stunde und Tonne

W_4 Kosten oder Wert des transportierten Produkts, in DM pro Tonne des Produkts

W_5 Gewichtungsfaktor (normalerweise 1,0)

Für jedes Transport-Produkt kann ein solcher Vektor der Produktmerkmale definiert werden. Die Kosten können nach verschiedenen Gesichtspunkten der Kostenrechnung definiert werden. Hier ein Beispiel, wie in Kolumbien verfahren wurde: Die Wartekosten W_1 schließen die Kosten ein, die nötig sind, um die Beschädigung der Ware abzudecken. Kosten für Unsicherheiten in der Ankunftszeit (W_3) schließen Lagerkosten für zu frühe Ankunft oder entgangenen Gewinn aufgrund von Verspätungen ein. Die Kosten oder der Wert des Gutes (W_4) multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit von Verlusten (C_4) ergibt die erwarteten Kosten für Verluste durch Beschädigungen und Unfälle. Der Gewichtungsfaktor W_5 kann benutzt werden, um besondere Transporttarife zu berücksichtigen, z. B. für Express-Verkehr.

$$R = RFAC\ (L,K) = LPV\ (L) \cdot CPV\ (K)$$

$$= \sum_{i=1}^{5} C_i\ (L) \cdot W_i\ (K)$$

Der R-Faktor ist also ein Maß für die gesamten Transportkosten für eine Tonne des Gutes K auf der Strecke L.

Vorteile eines Kostenvektors in anderen Anwendungen

Im Unterschied zu manchen anderen Kostenmaßen sind dies etwa die gesamten Kosten bzw. der gesamte Nutzenentgang, die dem Transportierenden entstehen (total perceived cost), nicht nur die finanziellen gezahlten Kosten (out-of-pocket-cost). Nur in guten Kostenrechnungen werden die Kosten in dieser Art erfaßt. Man braucht in anderen Anwendungen als im Harvard-Modell nicht alle Elemente der Vektoren zu verwenden, wenn dafür die Daten zu schwer zu erfassen sind. Sind z. B. die Wartezeiten gering bzw. die Kosten pro Wartezeit wegen niedriger Löhne etc. relativ klein im Vergleich zum Wert des gesamten R-Faktors, so definiert man einen R-Faktor mit vier oder weniger Elementen. Auf jeden Fall ist es gut zu wissen, in welchen Größenordnungen man die Kostenersparnisse und damit Nutzen unterschätzt, wenn man Elemente wegläßt. Allein den Verkehrstarif $C_5 \times W_5$ als Kosten zu zählen, wie es der Einfachheit oft gemacht wird, kann zu erheblichen Unterschätzungen der Kostenersparnisse führen.
Die Größe B_1 der Methode der Konsumentenrente berechnet sich damit wie folgt:

$$B_1 = (R_o - R_m) \cdot T_o$$

Der Nutzen auf den bestehenden oder normalen Verkehr ist gleich der Differenz aus den Gesamtkosten mit und ohne (bzw. vor) die Straßeninvestition, multipliziert mit dem bestehenden oder normalen Verkehrsvolumen T_o. Entsprechend errechtnet sich B_2 wie folgt:

$$B_2 = \frac{1}{2} (R_o - R_m) \cdot (T_m - T_o)$$

Auf das induzierte Verkehrsvolumen werden ja nach der Methode der Konsumentenrente nur 50 % der Kostenersparnisse angerechnet.

Wir empfehlen, diesen Vektor von Kosten oder eine vereinfachte Form davon zu verwenden, egal, ob die KR-Methode oder die PZ-Methode verwandt wird (dem widerspricht nicht die Tatsache, daß wir in unseren späteren Darstellungen häufig als Maß für die Kostenersparnisse nur den Verkehrstarif bzw. "ex-farm-Preis" nennen; wir tun dies nur zur Vereinfachung). Auch bei der PZ-Methode dürfen die Kostenersparnisse nicht unterschätzt werden, denn sie sind ja eine Hauptdeterminante für den Produktionszuwachs.
Will man die Kostenersparnisse erfassen, die durch den Bau einer Strecke 1 durch umgeleitete Verkehrsströme auf allen anderen Strecken i entstehen (wobei L = 1, 2, ..., N), so definiert man einen Vektor von N R-Faktoren jeweils für alle wichtigen transportierten Güter K mit (K = 1, 2, ..., M). Dadurch enthält man eine M-N-Matrix von R-Faktoren. In vielen Entwicklungsgebieten mit besonders geringem Verkehrsaufkommen und rudimentärem Verkehrsnetz gibt es keinen erheblichen umgeleiteten Verkehr. Im Fall III von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen genügt z. B. ein Vektor von K R-Faktoren als Komponenten (wie z. B. K = 1, 2, ..., 7 für 7 transportierte Güter), welche die Kostenersparnisse auf einer einzigen Strecke L beschreiben.

I.B.1.b. Beziehungen zwischen dem System der R-Faktoren und VOIGT's Konzept der Verkehrswertigkeiten und Affinitäten

Das System der R-Faktoren hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Konzeption, die zuerst VOIGT mit seinen Definitionen der Begriffe "Verkehrswertigkeit" und "Verkehrsaffinität" niedergelegt hat[1].

1) Vgl. u. a. VOIGT, Fritz: "Verkehr", erster Band, erste Hälfte, Berlin 1973, S. 69 ff; in diesem Band werden die Begriffe besonders ausführlich festgelegt und erläutert.

Er definiert als Qualitätsmerkmale oder Teilwertigkeiten einer Verkehrsleistung folgende sieben Komponenten:

Verkehrswertigkeit V =

V_1	Massenleistungsfähigkeit
V_2	Schnelligkeit
V_3	Fähigkeit zur Netzbildung
V_4	Berechenbarkeit
V_5	Häufigkeit der Verkehrsbedienung
V_6	Sicherheit
V_7	Bequemlichkeit

Die Verkehrsaffinitäten sind die Anforderungen eines Gutes oder von Personengruppen an jede der sieben Teilwertigkeiten.

Vergleicht man das Konzept der Vektoren, die die R-Faktoren bilden, mit dem Grundkonzept von VOIGT[1], so wird folgendes ersichtlich:

- Eine Reihe von Komponenten der Vektoren der Streckenmerkmale sind ähnlich den Komponenten des Vektors von VOIGT. Die Schnelligkeit wird z. B. ausgedrückt durch die Komponenten Fahrzeit C_2 und Wartezeit C_1; die Berechenbarkeit könnte ausgedrückt werden durch die Varianz der Fahrzeit C_3; die Sicherheit könnte ausgedrückt werden durch die Komponente "Wahrscheinlichkeit von Verlusten". Das VOIGT'sche System von Determinanten, die die Qualität einer Verkehrsleistung ausdrücken, ist natürlich viel umfassender.
- Die typischen Eigenschaften eines Gutes, welche seine Anforderungen an die Qualität der Verkehrsleistung bestimmen, sind bei VOIGT im Vektor bei den Teilaffinitäten des Gutes definiert. Die Elemente a_1, a_2, ..., a_7

1) Zur mathematischen Formulierung in Form von Vektoren vgl. VOIGT, Fritz: Verkehr, 1. Hälfte, 1. Band, S. 144 ff.

in der mathematischen Formulierung sind als F u n k t i o n e n der Kosten aufgefaßt. Im HARVARD-Modell sind sie stark vereinfacht durch die verschiedenen Kostenelemente selbst abgebildet. Das Prinzip ist ähnlich. Die Transportempfindlichkeit eines Gutes ist z. B. durch eine Kombination der Elemente W_1, W_2 und W_3 ausgedrückt. Sie legen gemeinsam fest, daß verderbliche oder stoßempfindliche Produkte höhere Anforderungen an die Qualitäten der Strecke L stellen.

- Im Unterschied zu VOIGT werden Eigenschaften der Verkehrswertigkeiten hier in physischen Einheiten ausgedrückt, die Eigenschaften der Verkehrsaffinität in Form von Kosten pro Einheit. Die Kombination der beiden Vektoren ergibt eine vereinfachte Fassung der verschiedenen Determinanten, welche die Nachfrage eines Verkehrsmittels bzw. einer Strecke bestimmen. Sie lassen eine Reihe von Komponenten des Systems von VOIGT außer acht. Diese Vereinfachung hat den Vorteil, daß die Evaluierungskosten reduziert werden.

I.B.2. Die Messung des Nutzens als Regional- und Volkseinkommen

Einleitung

Die Messung des Nutzens einer Straßeninvestition als Zuwachs an Volkseinkommen hat das HARVARD-Modell versucht. Dieser Versuch ist mißglückt, obgleich der theoretische Wert des Modells nicht unterschätzt werden kann. Es kann aufgefaßt werden wie eine Fabrikhalle mit vielen neuen Maschinen, die zu einem neuen Fließband-Produktionsverfahren kombiniert werden sollten. Die Fabrikation konnte nie aufgenommen werden, weil einige wichtige Glieder der Fließbandanlage nicht mit genügender Präzision arbeiteten. Daher wurde die Produktion nur in einigen Versuchsreihen durchgeführt; wegen mangelnder

Produktqualität aber wurde nie mit der Massenproduktion begonnen. Die Fabrikhalle mit der Produktionsanlage wurde zu einer Ruine.

Das Modell ist jedoch keineswegs wertlos, auch wenn es kein einziges "Stück produziert" hat. Es kann jetzt als Vorbild für zukünftige Modelle dienen, um das Problem der Übersetzung von Transportkostenersparnissen in Wertschöpfung bzw. Volkseinkommen zu lösen zu versuchen. Viele der Teilmodelle des HARVARD-Modells sind, isoliert benutzt, von großem pädagigischen und zum Teil auch praktischen Wert.

Wir wollen im folgenden in großen Zügen darstellen, wie das gemacht werden kann. Vorbild dazu sind uns einige Fallstudien, die ex post gemacht wurden; vor allem aber die "Ruine" des HARVARD-Modells und die produktionstheoretischen Überlegungen, die wir in den Abschnitten über die neue Definition der Nutzen und über die Kostenersparnisse als Determinante der Wertschöpfung niedergelegt haben (I.A.2. und 3.).

I.B.2.a. Die praktische Messung des Nutzens als Regionaleinkommen

Die Umsetzung der Kostenersparnisse in Volkseinkommen oder Regionaleinkommen wird prinzipiell genauso gemessen wie die Umsetzung in das Einkommen einer Mikroregion (vgl. Abschnitt III.B.); in der Praxis jedoch werden dafür andere Statistiken gebraucht. Der hohe oder der niedrige Grad von Aggregation entscheidet darüber, ob diese Umsetzung praktisch gemessen werden kann oder nicht.
Im folgenden Abschnitt soll in großen Schritten gezeigt werden: wie kann das Regionaleinkommen gemessen werden, das als Nutzenmaß für ein einzelnes großes Straßenprojekt verwendet werden soll, wenn man kein Simulationsmodell in der

Art des HARVARD-Modells zur Verfügung hat. Insbesondere wird gefragt: - Welche Statistiken sind nötig, um die Umsetzung der Kostenersparnisse in Regionaleinkommen zu verfolgen? -

Dies haben z. B. HIRSCH und BERGMAN an praktischen Beispielen gezeigt, indem sie ex post den Effekt von großen Straßen in Entwicklungsregionen auf das Regionaleinkommen zu schätzen versuchten[1].

(1) Zunächst muß die sogenannte Einflußzone definiert werden, das ist kurz definiert die geographische Region, von der man annimmt, daß sie "merklich" von der Straßeninvestition verändert werden wird. Welches sind die Hauptvariablen, die die Größe der Region bestimmen? Vor allem müssen die Größe der Kostenersparnisse der verschiedenen Arten und die Angebotselastizitäten der verschiedenen Transportgüter auf die Kostenersparnisse geschätzt werden.
Was heißt in diesem Zusammenhang, daß die Region "merklich" durch die Straße verändert wird? Hier läßt sich folgende allgemeine Regel angeben: Die Region wird für den Evaluierer dann nicht mehr merklich von der Straße beeinflußt oder mit anderen Worten: Die geographischen Grenzen der Einflußzone sollen durch das Evaluierungsteam so gelegt werden, daß der marginale Wert der Produktion, den das Projekt induziert, ungefähr gleich ist den marginalen Kosten für die Evaluierung. Diese Regel werden wir im Teil III.A. noch genauer betrachten.

(2) Danach kann man beginnen, den Zuwachs an Regionaleinkommen zu schätzen, der von der Verkehrs- und allen Komplementärinvestitionen herrührt. Es müssen jeweils eine Produktionsprognose o h n e die Straße und ihre Komplementärinvestitionen und eine m i t ihr gemacht

1) HIRSCH, Leon V., und Barbara BERGMAN in George W. WILSON (Hrsg.): "The Impact of Highway Investment on Development", Brookings Institution, Washington 1966.

werden.

(a) Man schätzt zuerst
die Bruttoproduktion in physischen Einheiten. Dazu braucht man vor allem Statistiken über
- Produktionsanlagen und ihre Kapazitäten,
- Aufnahmebereitschaft von Absatzmärkten,
- Investitionspläne der Regierung und privater Unternehmer.

Der Transportingenieur prognostiziert die Transportkostenersparnisse und daraufhin können Experten die Produktionszuwächse in den wichtigsten Sektoren prognostizieren, z. B.
- Landwirtschaft und Waldwirtschaft,
- Bergbau,
- Industrien.

Diese Schätzungen sind ja auch nötig für die Verkehrsprognose; daher können sie relativ detailliert gemacht werden.

(3) Gleichzeitig sollten die Großhandelspreise ab Produktionsort geschätzt werden, z. B. die Preise ab Bauernhof. Dabei müssen Schattenpreise eingesetzt werden, wo grössere Verzerrungen der Markpreise vorliegen.

(4) Danach müssen die Vorleistungen von den Bruttoproduktionswerten jedes Sektors abgezogen werden. Dabei entstehen regionale Input-Output-Tabellen oder Teile davon. Der Nettoproduktionswert oder die Wertschöpfung der Region werden damit für den Fall mit und ohne Straße (einschließlich Komplementärinvestitonen) errechnet[1].
Eine genaue Input-Output-Tabelle ist vor allem wichtig, damit Doppelzählungen vermieden werden. Der so errechnete Nettoproduktionswert oder, was das gleiche ist, die Wertschöpfung oder das Nettoeinkommen der Region wird

---

1) Vgl. HARVARD Transport-Modell, ROBERTS/KRESGE, Systems Analysis ..., S. 40 ff.

dann auch zweckmäßigerweise noch nach den originären Produktionsfaktoren Löhne, Zinsen und Gewinne aufgeteilt, um einen Überblick über die Wirkung der Investition auf die Einkommensverteilung zu erhalten.
Es gibt grundsätzlich zwei Wege, wie man bei der praktischen Evaluierung vom Brutto- zum Nettoproduktionswert gelangt:

(a) Wenn man alle Daten der einzelnen Unternehmungen über die verwandten Vorleistungen aus guten Kostenrechnungen bekommen kann, so kann man sie direkt vom Jahreserlös abziehen und erhält so die Wertschöpfung jedes Unternehmens. Diese aggregiert man dann nach Sektoren.

(b) Falls diese Kostendaten, aus denen sich die Inputkoeffizienten jedes Sektors errechnen, nicht vollständig vorliegen, so muß man einige der Inputkoeffizienten schätzen und dann den Jahreserlös oder Bruttoproduktionswert mit einigen dieser geschätzten Koeffizienten multiplizieren, um zur Wertschöpfung jedes Sektors zu gelangen.

(5) Eine besondere Anpassung wird noch gemacht werden müssen, die in der Praxis größere Schwierigkeiten machen kann. Was in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung als Importe an den Grenzen statistisch erfaßt wird, muß auch in der regionalen Analyse erfaßt werden: Importe aus anderen Regionen müssen prognostiziert werden, und das führt zu folgenden Schwierigkeiten:

- Es werden nicht einmal ex post ohne weiteres Statistiken über Importe in die Einflußzone vorhanden sein, eben weil diese evtl. ohne Rücksicht auf politische Grenzen definiert werden.

- Die Importe bestehen ja nicht nur aus Kapitalgütern und Roh- oder Zwischenmaterialien, sondern auch aus

Arbeitskräften. Dies wird insbesondere wegen der starken Landflucht ein wichtiger Faktor sein (die innere Migration zwischen den brasilianischen Staaten São Paulo und armen Staaten des Nordostens z. B. ist beträchtlich, es bestehen aber keine genaueren Daten darüber).

Wenn diese Faktoren außerhalb der Einflußzone produktiv beschäftigt waren, so muß der Verlust an Wertschöpfung in anderen Zonen von der zusätzlichen Wertschöpfung subtrahiert werden. Damit ergibt sich folgende Definitionsgleichung für das Nettoeinkommen bzw. die Wertschöpfung in jedem Sektor mit und ohne die Investition:

Wertschöpfung oder Nettoproduktionswert nach Abschreibungen im Sektor i	=	Bruttoproduktionswert in i minus Käufe von Vorleistungen minus Löhne, Zinsen und Gewinne von Faktoren, die anderswo produktiv eingesetzt waren.

Der Nutzen des Investitionsprojekts berechnet sich damit wie folgt: Der Wertschöpfungszuwachs oder Zuwachs an Nettoproduktionswert der Region ist gleich der Summe aus den Differenzen aller n Nettoproduktionswerte der verschiedenen Sektoren mit und ohne die Investition.

$$\Delta \text{ NSP} = \sum_{i=1}^{n} \left(\text{NSP}_i^{\text{mit}} - \text{NSP}_i^{\text{ohne}} \right) \text{mit } i = 1, 2, \ldots, n.$$

Wir haben hier in großen Linien gezeigt, wie der Wertschöpfungszuwachs einer Entwicklungsregion mit einer größeren Überlandstraße gemessen wird. Weitere Einzelheiten dazu werden im Abschnitt III.B. anhand einer Mikroregion geschildert. Wie die Messung des Volkseinkommens auf nationaler Ebene durchgeführt wird, zeigt wiederum das HARVARD-Modell für Kolumbien am besten.

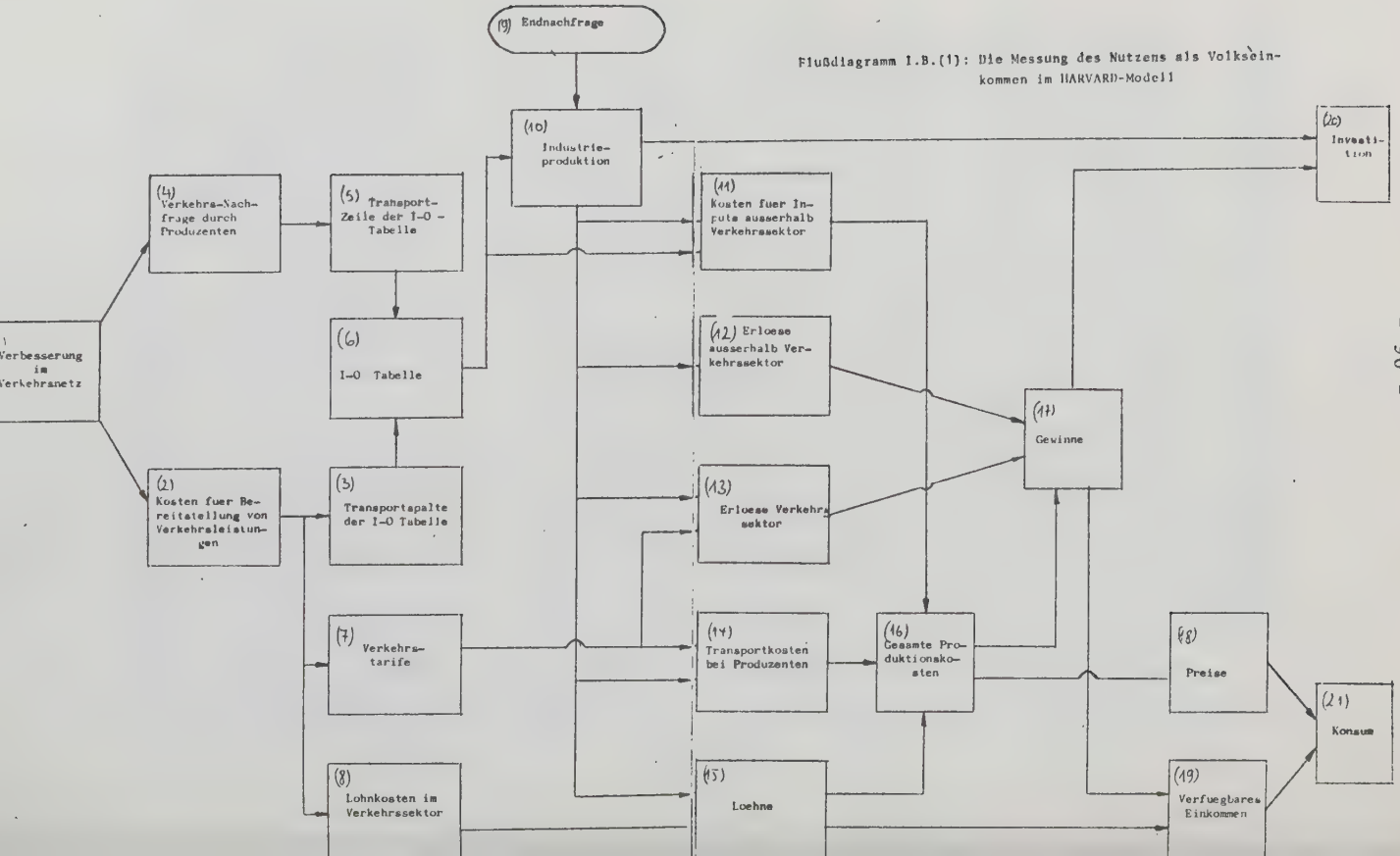
I.B.2.b. Die theoretische Messung des Nutzens als Volkseinkommen

Im folgenden zeigen wir die großen Schritte, nach denen die Wirkungen von großen Verkehrsinvestitionen auf die wichtigsten Größen der Volkswirtschaft und schließlich auf das Volkseinkommen eines Landes (theoretisch) gemessen werden können, und fragen, ob man mit solchen Modellen die Wirkungen großer Überlandstraßen auf die Produktion einer ländlichen Region oder Subregion messen könnte.

Flußdiagramm I.B.(1)[1] faßt die Wirkungsweise des HARVARD-Modells für Kolumbien zusammen. Zunächst werden mit Hilfe der R-Faktoren alle wichtigen primären Effekte für die Straßenbenutzer erfaßt. Dazu benutzt man das Verkehrsmodell mit seinen Untermodellen. Um die sekundären Nutzen zu erfassen, betrachtet man die Einflüsse der Veränderungen in den R-Faktoren auf den gesamten Transportsektor (2) und die Sektoren, welche mit ihm am engsten verflochten sind. Es wird z. B. festgelegt, welcher Teil der technischen Transportkostenersparnisse aus dem Transportsektor an andere Sektoren weitergegeben wird. Dies schlägt sich in den neuen Verkehrstarifen (7) nieder. Die einbehaltenen Kostenersparnisse werden z. T. die Nachfrage des Verkehrssektors beeinflussen. Das schlägt sich in der Verkehrsspalte der Input-Output-Tabelle nieder (3). Die Verkehrsunternehmer werden z. B. ihre Kfz-Flotte vergrößern oder Lagerhallen bauen. Dies führt dann zu Veränderungen in den Produktionskoeffizienten der Sektoren Automobilbau und Hochbau und damit zu Änderungen in der gesamten I-O-Tabelle (6). Zugleich wird aufgrund der niedrigeren Transporttarife die

1) Quelle: ROBERTS/KRESGE, Transport for Economic and Social Development, In: American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 58, Menasha May 1968, S. 341-359.

Flußdiagramm I.B.(1): Die Messung des Nutzens als Volkseinkommen im HARVARD-Modell



Nachfrage nach Verkehrsleistungen steigen (4). Die daraufhin gesteigerte Produktion von Verkehrsleistungen drückt sich in der Verkehrszeile der Input-Output-Tabelle aus (5).

Diese Veränderungen sind natürlich nicht leicht vollständig zu erfassen. Nur genau geführte I-O-Statistiken erlauben diese Erweiterung von einem Sektor auf die gesamte Wirtschaft.

Bis hierher gleicht das Modell für Kolumbien weitgehend dem Modell für eine Mikroregion von ISRAEL. (Vgl. auch Abschnitt II.A.3). Es kann wie die Vergrößerung auf eine Gesamtwirtschaft betrachtet werden. Mit dem Kasten (9) kommt aber eine entscheidende Variante hinzu: Aus einem makroökonomischen Modell werden Daten über die Endnachfrage des Vorjahres (9) und die Industrieproduktion (10) eingeführt. Das Produktionsmodell von ISRAEL dagegen verwendet nicht ein getrenntes Transport- und ein ökonomisches Modell und auch kein Iterationsverfahren, sondern ein simultanes Modell, in dem der Transportsektor nicht durch ein eigenes Modell "herausgefiltert" ist.

Durch die Daten aus dem makroökonomischen Modell werden nun die Veränderungen, welche in einer Region oder Subregion begonnen haben, auf das Niveau der gesamten Volkswirtschaft übertragen. So gelangt man schließlich zu den volkswirtschaftlichen Größen der Gewinne (17), des verfügbaren Einkommens (19) und über die gesamtwirtschaftlichen Investitionen (20) und Konsum (21) zum neuen Volkseinkommen des ersten Jahres. Die Veränderungen von Konsum und Investition werden in den folgenden Jahren Multiplikator- und Kapazitätseffekte hervorrufen, welche ständig durch die Transportkostenersparnisse jedes Jahres genährt werden. Durch mehrfache Iterationen werden dann die Zuwächse an Volkseinkommen über die Lebensdauer der Straße berechnet.

Man könnte sich vorstellen, daß man ein ähnliches Simulationsmodell so umgestaltet, daß es den Einkommenszuwachs einer Region (in der Größe eines Bundesstaates eines großen Entwicklungslandes) oder einer Subregion errechnet. Das HARVARD-Modell benutzt ja auch schon regionale Input-Output-Tabellen. Man müßte nur das ökonometrische Modell noch "regionalisieren". Wäre das eine anwendbare Methode zur Evaluierung von größeren Straßenprojekten in ländlichen Entwicklungsregionen, welche eine gesamte Region oder Subregion beeinflussen, z. B. Überlandstraßen von mindestens 100 km Länge?

Wir glauben, daß das kein anwendbares Verfahren ist. Erstens deshalb nicht, weil das HARVARD-Modell schwere technische Mängel hat; die Investitionsfunktion, das Kernstück der Übersetzung von Transportkostenersparnissen in Investitionen, welche Entwicklungswirkungen hervorrufen, ist z. B. so einfach, daß man schwere Zweifel haben muß, ob das makroökonomische Modell, in das das Transportmodell eingehängt ist, überhaupt einen Nutzen hat.

Selbst wenn diese theoretischen Probleme gelöst werden können, ist es sehr fraglich, ob man ein derart komplexes, datenkonsumierendes Modell lediglich für eine Region anwenden könnte. Die hohen Kosten, welche nötig wären, bis das Modell "läuft", müßten auf die Verkehrsinvestitionen mehrerer Regionen gleichzeitig umgelegt werden können. Die wenigen Straßen, welche in einer Region oder sogar einer Subregion gebaut werden, würden die Kosten für die Erhebung und die Modernisierung der Daten des Modells wohl kaum tragen können.

Deswegen kann man nur vorschlagen, einige Teile des HARVARD-Modells für die Messung des Regionaleinkommens zu verwenden, nicht jedoch das gesamte Simulationsmodell. Vor allem könnten Teile des Transportmodells mit seinen Untermodellen benutzt werden, evtl. unter Auslassen mancher Daten, oder indem man sie durch grobe Schätzungen ersetzt. Statt des makroökonomischen Modells jedoch sollte man einige wichtige ökonomische Aggregate exogen "von Hand" berechnen.

I.C. Praktische Erfahrungen mit der Messung des Produktionszuwachses im Vergleich zur Messung der Kostenersparnisse

Welche Erfahrungen bestehen mit der praktischen Messung des Produktionszuwachses?

Wir wollen diese Frage in diesem Abschnitt in zwei Unterfragen abhandeln.

(a) Was weiß man aus praktischer Erfahrung über die Differenz D zwischen der Größe der Kostenersparnisse B_1+B_2 einerseits und die der zusätzlichen Produktion andererseits? D.h. mit anderen Worten: Hätte man Erfahrungen darüber, ob und von welcher Grössenordnung Nutzen verloren geht oder gewonnen würde, wüsste man z.B., dass $D = X - (B_1+B_2)$ in der Mehrzahl der Fälle nur einen kleinen Prozentsatz von ΔX ausmacht, so könnte man auf die komplexe PZ-Methode verzichten, vorausgesetzt, beide Methoden sind gleich zuverlässig.

(b) Wir fragen weiter, ob man Versuche darüber hat, die einen Vergleich über die Zuverlässigkeit jeder der beiden Methoden zulassen.

I.C.1. Versuchreihe für den Vergleich zwischen beiden Methoden

Wie müßte eine Versuchsreihe aussehen, die diese Fragen ausreichend beantwortet?

Die Tabelle I.C.(1) zeigt eine Versuchsanordnung, die es theoretisch ermöglicht, beide Fragen zu beantworten.

Wir zeigen nun, wie die Frage a) nach dem Nutzen beantwortet wird, der möglicherweise bei der KR-Methode verlorengeht: Die Grösse 10) ergibt die Differenz zwischen der ex post ermittelten tatsächlichen Summe der Kostenersparnisse B_1+B_2 und dem Produktionszuwachs. Ist diese Abweichung relativ groß im Vergleich zum tatsächlichen Produktionszuwachs ΔX, z. B. größer als 33 Prozent, so müßte man erhebliche Zweifel haben, ob

Tabelle I.C.(1): Tabelle für die Prüfung der PZ- und der KR-Methode auf Zuverlässigkeit und zum Größenvergleich zwischen den beiden Methoden

Jahr	Wertschöpfung X				(5) Differenz zwischen den Zuwächsen an Wertschöpfung ΔX a) geschätzt und b) tatsächlich	Transportkosten-Ersparnisse						(10) Differenz zwischen ΔX tatsächlich und (B_1+B_2) tatsächl.
	Geschätzt		Tatsächlich			Geschätzt			Tatsächlich			
						(6) B_1		(7) B_1+B_2	(8) B_1		(9) B_1+B_2	
	(1) ohne	(2) mit	(3) ohne	(4) mit		T_t	ΔK_v		T_t	ΔK_v		
1 (ohne)												
2												
:												
10												
:												
n												
Differenz Jahr n ./. Jahr 1												

das Projekt aus der ländlichen Entwicklungsregion nicht benachteiligt wird im Vergleich zu einem Projekt aus einer städtischen, entwickelten Region. Allein die gewählte Evaluierungsmethode wäre für diese Abweichung verantwortlich.

Die Frage b) nach der vergleichsweisen Zuverlässigkeit der beiden Methoden wird z. B. durch folgende Größen gemessen: Die Differenz zwischen den Zuwächsen der Wertschöpfung, wie sie geschätzt wurde, und wie sie tatsächlich eintrat (Größe 5), bezogen auf den tatsächlichen Zuwachs an Wertschöpfung, ist eine Kennzahl für die Zuverlässigkeit der Wertschöpfungsmethode.

$$|Z_1| = \frac{\Delta X_r - \Delta X_g}{\Delta X_r}$$

wobei ΔX_r = tatsächlicher Wertschöpfungszuwachs
ΔX_g = geschätzter Wertschöpfungszuwachs.

In der gleichen Weise definieren wir die Kennzahl für Prognosegenauigkeit der KR-Methode:

$$|Z_2| = \frac{(B_1+B_2)_r - (B_1+B_2)_g}{B_1+B_2}$$

wobei $(B_1+B_2)_r$ = tatsächliche Kostenersparnisse
$(B_1+B_2)_g$ = geschätzte Kostenersparnisse

und gilt: $B_1+B_2 = \Delta K_u \ (T_n+\frac{1}{2} T_i)$

wobei ΔK_v = Kostenersparnisse pro Transporteinheit
T_n = Normales Verkehrsvolumen
T_i = induziertes Verkehrsvolumen
T_t = Transportvolumen (Tourenkilometer) im Jahre t
$|Z_1|$ und $|Z_2|$ sind die absoluten Beträge der Kennzahlen.

Die Prognosegenauigkeit der Wertschöpfungsmethode ist dann größer als die der KR-Methode, wenn

$$|Z_1| < |Z_2|.$$

Sie ist dann geringer als die der KR-Methode, wenn gilt:

$$|Z_1| > |Z_2|.$$

Diese Tabelle müßte natürlich für eine genügend große, repräsentative Stichprobe von Straßentypen aller Art gemacht werden, um eine allgemeinere Aussage zur Vollständigkeit und Prognosegenauigkeit der Methoden machen zu können.

I.C.2. Vergleiche zwischen ex-post- und ex-ante-Evaluierungen

Wie weit bestehen schon Versuche, um diese Tabellen mit Zahlen zu füllen?

BERGMAN/HIRSCH und andere haben einige Fallstudien gemacht, um zu zeigen, auf welche Weise die Wertschöpfung geschätzt werden kann[1]. Wenn man ihre Daten benutzte, um zusätzlich zur Wertschöpfung auch die Größen B_1 und B_2 zu berechnen, so hätte man einen Teil der Tabelle, nämlich die Zeile des zehnten Jahres. Ihre und andere Studien wurden in der gebührenden Ausführlichkeit leider nur ex-post gemacht. Um sie ex-ante zu machen, hätte man schon rechtzeitig vor dem Straßenbau mit einer ebenso ausführlichen Studie beginnen müssen. Um den Verlauf der Änderungen bis ins zehnte Jahr verfolgen zu können, hätte man außerdem in ausgewählten Zwischenräumen die gleichen Daten erfassen müssen, z. B. im dritten und sechsten Jahr,

---

1) BERGMAN, Barbara und HIRSCH, Leon V.: "The Impact" ..., Vgl. auch Abschnitt I.B.2.

oder sogar öfter. Wenn man Daten nur aus dem Jahr vor - und im letzten Jahr nach der Investition hat, so bleibt das alte Problem: Wie soll man das vegetative Wachstum der Region und des Verkehrsvolumens schätzen? Dies geht nur durch die detaillierte Analyse der Wirtschaftsstruktur, die auch z. B. Daten aus dem dritten und sechsten Jahr enthält.

In einem unveröffentlichten Bericht der Weltbank zur Nachevaluierung einiger typischer Straßenprojekte hat man zwar auch die Wertschöpfungsmethode angewandt; jedoch fehlen wie bei BERGMAN/HIRSCH genügend Daten aus der Zeit vor dem Jahr der Nachevaluierung. Auch die Weltbank, die auf diesem Gebiet die intensivste Forschung betreibt, hat keine vollständigen Daten, um die Tabelle zu füllen. Man hat erst 1975 damit angefangen, ein ähnliches Test-Programm, wie wir es entworfen haben, in einfacher Ausführung und mit einer geringen Anzahl von ca. fünf Straßen anlaufen zu lassen.

Eine oft zitierte ex-post-Evaluierung wurde durch VAN DER TAK/DE WEILLE für ein umfangreiches Straßenbauprogramm in Persien gemacht[1]. Sie wurde durchgeführt auf der Basis der traditionellen KR-Methode. Nicht einmal ex-post wurde versucht, die Wertschöpfung zu spezifizieren, die z. B. im Sektor Landwirtschaft entstanden ist. Die sogenannten Entwicklungsnutzen wurden lediglich in allgemeiner Form (weitgehend verbal) b e s c h r i e b e n , g e m e s s e n jedoch wie üblich als Dreieck B_2. Über die Verbindung zwischen der induzierten Wertschöpfung und dem induzierten Verkehr einerseits, der Nachfragekurve für Verkehr andererseits wird nichts gesagt.

---

1) VAN DER TAK, Hermann G. und DE WEILLE, Jan: Reappraisal of a Road Project in Iran, World Bank Staff Occasional Papers No. 7, Washington D. C. 1969, S. 65 ff.

Es ist offensichtlich, daß eine solche, wenn auch ausführliche Studie nur einen äußerst geringen Beitrag zu unserer Untersuchung bringen kann.

I.C.3. Vergleich zwischen den beiden Methoden im Simulationsmodell

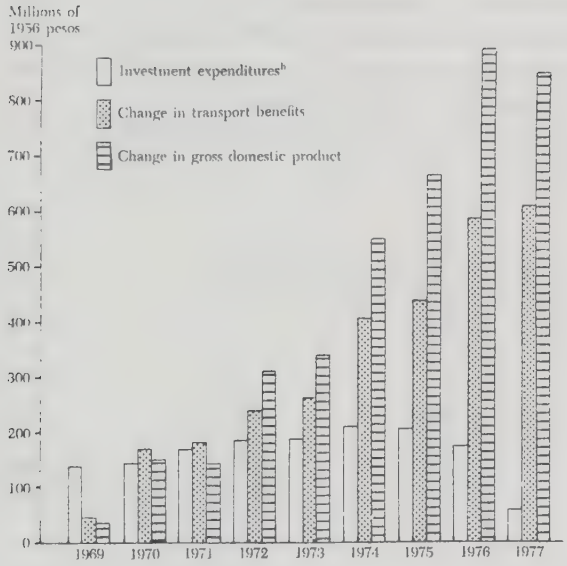
Zur Frage nach dem Unterschied der Nutzengrößen, gemessen durch Kostenersparnisse und ΔX, hat man mit dem HARVARD-Modell eine aufschlußreiche Kalkulation gemacht.

Im HARVARD-Modell wurde verglichen, wie groß der Nutzen eines Investitionsprogramms ALLWHY ist, wenn man ihn einerseits als Zuwachs an Bruttoinlandsprodukt mißt, andererseits als Kostenersparnisse. Die Kostenersparnisse wurden nach einem besonderen Verfahren ermittelt, das speziell für die Evaluierung von Großprojekten entwickelt wurde. Es enthält die Kostenersparnisse auf den gesamten umgeleiteten Verkehr, den man auf dem gesamten Verkehrsnetz von Kolumbien zu simulieren versucht. Es enthält außerdem induzierten Verkehr. Er wird jedoch mit einem Verfahren errechnet, das wesentlich komplizierter als das geometrische Verfahren B_2 ist. Dieses Verfahren wird BENREL genannt[1]. Es ist schwer zu entscheiden, ob diese Messung der Kostenersparnisse eher B_1 gleichkommt oder der Summe B_1+B_2. Sie ist von ganz eigener Art und daher kaum vergleichbar.

Figur I.C.(1) zeigt nun, wie sich die jährlichen Kostenersparnisse im Vergleich zu den jährlichen Zuwächsen an Brutto-Inlandsprodukt (und im Vergleich zu den jährlichen Investitionen) verhalten.

---

1) Zur Kalkulation der Kostenersparnisse durch BENREL vgl. ROBERTS, Paul O. und KRESGE, David T.: "Systems Analysis ...", Band 2, S. 117.



Figur I.C.(1): Vergleich zwischen dem Zuwachs an Bruttoinlandsprodukt und Kostenersparnissen im HARVARD-Modell

Quelle: Techniques of Transport Planning, Systems Analysis ..., Vol. 2, a.a.O., S. 141

Gegenübergestellt werden ein Investitionsprogramm ALLWHY, das aus mehreren Einzelinvestitionen besteht und eine Kalkulation NULL, in der die Volkswirtschaft ohne die Verkehrsinvestitionen simuliert wird. In welcher Höhe liegt der Verlust an Nutzenerfassung, wenn man sich auf die umfassende Methode der Kostenersparnisse BENREL beschränkt?
Wir definieren und errechnen dazu die Kennzahl

$$Q = \frac{1}{t} \Sigma Q_t \quad \text{mit } Q_t = \frac{BENREL_t}{BIP_t}$$

Q = der durchschnittliche Anteil der Kostenersparnisse an der Wertschöpfung, gemessen als Brutto-Inlandsprodukt.

Tabelle I.C.(2): Vergleich zwischen Kostenersparnissen und BIP innerhalb von 9 Jahren, in Millionen von Pesos (1956)

Jahr	Kostenersparnisse (BENREL)	Zuwachs an BIP	Proportionalitätsfaktor Q_t
1969	52,1	39,2	1,33
1970	176,8	154,5	1,14
1971	182,2	150,7	1,21
1972	239,5	317,8	0,75
1973	270,3	333,7	0,81
1974	402,4	549,9	0,73
1975	435,4	662,7	0,65
1976	577,7	875,0	0,66
1977	607,3	842,9	0,72

Die Tabelle 2 und Figur I.C.(1) zeigen, daß die Kostenersparnisse bis 1971 größer sind als das BIP; erst ab 1972 kehrt sich das um: Der Abstand zwischen BIP und KE wird im Trend immer größer, je länger man die Entwicklung fortrechnet. Das durchschnittliche Verhältnis der Kostenersparnisse zum BIP, berechnet für neun Jahre, beträgt in dieser Simulation Q = 0,89.

Der Verlust an Nutzen, den man bei Anwendung der BENREL-Methode für die Messung der Kostenersparnisse hinnehmen muß, beträgt also bei neun Jahren 11 %, wenn man diese Kennzahl anwendet. Der Verlust würde wohl noch größer werden, wenn man die Simulation weiter durchrechnete, z. B. bis ins fünfzehnte Jahr. Denn trendmäßig entwickeln sich beide Kurven auseinander.

Die Betrachtung der Figur I.C.(1) zeigt weiterhin: die Nutzen aus der Verkehrsinvestition steigen dem Trend nach etwa arithmetisch linear. [1] Da die Kostenersparnisse erst einige Zeit brauchen, bis sie in zusätzliche Produktion übersetzt werden können, sind die BIP-Werte anfangs kleiner, dann größer als die Kostenersparnisse.

Was bedeuten nun diese Ergebnisse des HARVARD-Modells für unsere Fragestellung? Bedeuten sie, daß man die Entscheidung zwischen der KR-Methode und der PZ-Methode fällen kann, wenn man annimmt, daß beide Verfahren die gleiche Prognosegenauigkeit haben? Ist damit eindeutig und allgemein ausgesagt, um wieviel vollständiger die PZ-Methode den Gesamtnutzen erfaßt als eine bestimmte Methode der Kostenersaprnisse?

Sicher nicht, denn die Ergebnisse sind ja nicht in einer Testreihe entstanden, wie wir sie vorgeschlagen haben, sondern in einem Simulationsmodell. Die Ergebnisse dieses Modells sind aber nur so gut, wie seine Gleichungen realistisch sind. Untersucht man das HARVARD-Modell genauer, so muß man feststellen, daß gerade die Übersetzung der Kostenersparnisse in Produktion die schwächste Stelle des Modells ist. Man kann sogar sagen: das HARVARD-Modell selbst müßte seine Gleichungen zunächst an den Ergebnissen einer Testreihe justieren, damit sie bei verschiedenen Arten von Projekten die Veränderungen im Transportsektor adäquat auf die anderen Sektoren übertragen.

Selbst dann noch wäre es fraglich, ob es eine allgemeine Regel über die Proportion der Kostenersparnisse B_1 zum BIP geben könnte, die auch auf die Verhältnisse einer Subregion ohne oder mit wenig umgeleitetem Verkehr zu übertragen wäre. Denn ein Modell, das auf volkswirtschaftlicher oder überregionale Verkehrsplanung ausgelegt ist, muß Schwächen im mikroökonomischen Bereich haben.

---

1) Der Nutzen als Bruttoinlandsprodukt könnte wohl durch eine Exponentialfunktion beschrieben werden.

I.C.4. Aussage der bisherigen Erfahrungen zum Vergleich zwischen beiden Methoden

Wir kommen zu folgendem Zwischenergebnis:

Die Wertschöpfungsmethode kann noch nicht angewandt werden auf dem makroökonomischen Niveau einer großen Region oder einer Volkswirtschaft. Deshalb kann mit dem HARVARD-Modell auch keine Aussage über den Anteil der Kostenersparnisse an der durch die Verkehrsinvestition induzierten Wertschöpfung gemacht werden.

Man kann nur im Sinne einer theoretischen Hypothese vermuten, daß die relative Differenz zwischen der makroökonomischen Wertschöpfung gemessen als BIP und den Kostenersparnissen gemessen durch BENREL noch klein ist, wenn man sie vergleicht mit einem Modell für eine Subregion wie dem LP-Modell (Abschnitt II.A.3) und der Messung der Kostenersparnisse durch die KR-Methode.

In einem makroökonomischen Modell spielen die Kostenersparnisse auf den bestehenden Verkehr eine größere Rolle als im mikroökonomischen, das speziell für eine unterentwickelte landwirtschaftliche Subregion gemacht wurde. Das HARVARD-Modell spiegelt mehr die Straßen des Falles I und II wider, das LP-Modell ausschließlich die des Typs III. Aus verschiedenen theoretischen Erwägungen, die im Teil III.A. erläutert werden, können wir annehmen, daß der Nutzen für die Entwicklung im Fall III größer ist als im Durchschnitt der Fälle I und II; dabei spielt es keine Rolle, ob er gemessen wird als Dreieck B_2 oder in einer komplizierteren Weise als Differenz zwischen BIP und BENREL.

Über die Auswirkung von Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen auf die Produktion bestehen bisher noch keine Studien in der Ausführlichkeit, wie sie oben gefordert wurden. Sie müssten vor allem drei Ziele verfolgen:

(1) Die wichtigsten Variablen bestimmen, über welche sich die Umsetzung von Verkehrs-Ersparnissen und den Nebeneffekten der Straße auf die Produktion vollzieht;

(2) Die Inzidenz der Kostenersparnisse auf die einzelnen Gruppen von Transporteuren, Produzenten etc. bestimmen;

(3) Die Bedingungen bestimmen, welche verhindern, daß die Kostenersparnisse und Nebenwirkungen auf die Produktionsfunktion sich in weitere Produktion umsetzen.

Die Weltbank hat ein kleines Programm in dieser Richtung gestartet[1]. Man beschränkt sich dabei auf die Datensammlung im Jahr vor der Investition (1975) und hat vor, sie über eine Periode von fünf bis acht Jahren zu begleiten. Ähnliche Studien sind für Ethiopien und Madagaskar begonnen worden und für Brasilien und Kenia geplant.

Es ist offensichtlich, daß auch nach Abschluß dieser Untersuchungen in etwa zehn Jahren die Stichprobe der Straßen, an denen die beiden Methoden verglichen werden können, noch relativ klein ist.

Auch danach werden viele Variablen zukünftiger Modelle noch immer sehr genau durch Hintergrunddaten spezifiziert werden müssen. Dennoch ist vorauszusehen, daß die Zahl der Variablen, welche "vor Ort" geschaffen werden müssen, dann

---

1) "Yemen-Arab-Republic Feeder-Road Study - Baseline Socio-Economic Survey of the Taiz-Turba Road Influenced Region, Unveröffentlichtes Manuskript der Weltbank, Washington D.C., 1975.

wesentlich kleiner sein wird, und daß die Beziehungen unter ihnen besser abgesichert sein werden.

Zur vergleichsweisen Genauigkeit beider Methoden gibt es noch keine empirischen Untersuchungen. Man kann nur aus der Betrachtung der Modelle vermuten, daß die Genauigkeit der KR-Methode umso größer ist, je größer ceteris paribus der Anteil des normalen am gesamten Verkehrsvolumen, d. h. je größer B_1 im Vergleich zu B_2 ist. Genauere theoretische Untersuchungen zu dieser Frage folgen im Abschnitt III.A.

I.C.5. Zwischenergebnisse

Wir fragten, welche Erfahrungen man durch die praktische Anwendung der PZ- und der KR-Methode gewonnen hat im Hinblick auf zwei Probleme:

a) die Fehleinschätzung des Nutzens, die entsteht, wenn man nicht die gesamte Wertschöpfung messen kann;

b) die Genauigkeit beider Methoden.

Unsere Versuchsanordnung zur Entscheidung dieser Frage zeigte: Es gibt noch keine Testreihen, die die Antwort geben könnten. Die wenigen Vergleichsevaluationen "vorher - nachher," welche bestehen, sind alle nicht detailliert genug oder benutzen die Wertschöpfungsmethode nicht. Eine nennenswerte, detaillierte ex-ante Evaluierung nach der PZ-Methode, welche schon einige Jahre zurückliegt, ist uns nicht bekannt; daher lohnt sich wohl eine Nachevaluierung noch nicht.

Das HARVARD-Modell erlaubt keine Aussage über die Größenverhältnisse zwischen Kostenersparnissen und Wertschöpfung, weil es noch nicht genügend auf seine Realitätsnähe geprüft ist. Es ist außerdem nur für die makroökonomische Evaluierung konzipiert. Bei Straßenprojekten des Falles

II und III wird die Differenz wahrscheinlich größer sein als vom HARVARD-Modell errechnet.

Nur aus der theoretischen Betrachtung können wir vermuten, daß die Wertschöpfung größer ist als die Kostenersparnisse, gemessen nach der KR-Methode. Die Differenz wird umso größer sein, je mehr ein Straßenprojekt die Attribute des Falles III hat. Dieser Fall III müßte anhand eines LP-Modells für eine Anzahl von Mikroregionen geprüft werden. Auch über die relative Genauigkeit beider Methoden liegen noch keine empirischen Untersuchungen vor. Man kann sich zum heutigen Zeitpunkt nur darauf verlassen, die Modelle zu untersuchen, welche der KR- und der PL-Methode zugrundeliegen, und daraus theoretische Schlüsse zu ziehen.

I.D. Wie weit können der Produktionszuwachs oder andere Arten von Nutzen einer Straßeninvestition oder ihren Komplementärinvestitionen zugerechnet werden?

1) Zurechnung des Produktionszuwachses

Grundsätzlich läßt sich sagen: die direkten Kostenersparnisse können noch am ehesten der Straßeninvestition allein zugerechnet werden. Je weiter man aber die direkten Kostenersparnisse durch die Wirtschaft verfolgt bis zum Extrem des Produktionszuwachses, desto weniger ist eine eindeutige Zurechnung möglich. Es scheint, daß die Zurechnung des Produktionszuwachses als Ausdruck des Gesamtnutzens nur unter einer besonderen Bedingung möglich ist: wenn die Verkehrsinvestition der einzige Engpaßfaktor und die einzige Investition von außen gewesen ist. Dieser Idealfall ist annähernd erreicht, wenn es sich um eine Stichstraße handelt, die in ein bevölkertes Gebiet gelegt wird, in dem Produktionsfaktoren wie menschliche Arbeitskraft, landwirtschaftlicher Boden und technisches Wissen schon in hohem Maße verfügbar sind und keine anderen Investitionen - wie Schulen oder landwirtschaftliche Maschinen - nötig sind.

Allgemein läßt sich sagen: je näher alle grundsätzlichen Produktionsfaktoren dem kostenminimalen Niveau sind und je weiter der Produktionsfaktor "Raumüberwindung" oder "Verkehrsleistung" von diesem kostenminimalen Niveau entfernt ist, desto größer ist der Produktionszuwachs, dem man ihm zurechnen kann, und desto eindeutiger kann man ihm diesen Produktionszuwachs zurechnen.

2) Zurechnung der direkten Kostenersparnisse

Beschränkt man sich bei der Nutzenmessung auf die direkten Kostenersparnisse, so ist die Zurechnung wesentlich weniger problematisch, denn in diesem Fall werden ja die späteren Produktionszuwächse, welche die Verkehrsinvestition liefert, immer frühzeitig gemessen, nämlich in Form von direkten Kostenersparnissen, welche dann wieder reinvestiert oder mit anderen Produk-

tionsfaktoren kombiniert werden, um Wertschöpfungszuwachs zu erzielen.

3) Besondere Bewertung der Verkehrsinvestition gegenüber Komplementärinvestitionen

Ein Spezialfall soll noch betrachtet werden, der häufig vorkommt: In einer isolierten Mikroregion gibt es mehrere knappe Faktoren, die ohne Verkehrsinvestitionen nicht auf den kostenminimalen Stand gebracht werden können. In dieser Beziehung ist die Verkehrsinvestition die "Conditio sine qua non" für alle weiteren Investitionen. Sie ist die erste Investition, die z. B. erst einen Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen in einem Erschließungsgebiet möglich macht.

Kann man sagen, daß, da die Verkehrsinvestition zeitlich an erster Stelle steht, dies auch bedeutet, daß sie einen größeren Anteil am Produktionszuwachs erhalten kann als die anderen Investitionen? Wir glauben, daß das theoretisch nicht möglich ist, wenn es auch in der Praxis häufig so gemacht wird. Man möchte die knappen Kapitalmittel auf die zeitlich erste Investition lenken und gibt ihr daher eine höhere Bewertung als den anderen Investitionsprojekten, die ihr folgen sollen. Unserer Ansicht nach aber müssen alle Investitionen, die einen Produktionszuwachs verursacht haben, gleich behandelt werden. Das bedeutet mit anderen Worten, daß man die einzelnen Projekte zu einem Verbundprojekt zusammenfassen und bewerten muß.

Wäre es nicht möglich, die Nutzen der einzelnen Projekte, die den Produktionszuwachs erzeugt haben, anteilig aufzuschlüsseln nach dem Kostenanteil des Verbundprojektes? Dies ist eine Methode, die in der Praxis oft vorgeschlagen wird. Unseres Erachtens ist sie theoretisch nicht zulässig, denn sie würde keinen Aufschluß darüber geben, ob die Faktorenkombination kostenminimal ist. Bei der Regionalplanung muß man nämlich analog vorgehen wie bei der Bestimmung der optimalen Faktorenkombinationen in der mikroökonomischen Produktionstheorie. Dort versucht man, den Grenz-

ertrag jedes Faktors isoliert zu bestimmen und die Faktoren in den Mengenkombinationen einzusetzen, in denen ihr Grenzertrag gleich ist.

In der Verkehrs- und Regionalplanung hieße das folgendes: Man sollte Versuchen, den Grenznutzen der einzelnen a g g r e g i e r t e n Produktionsfaktoren isoliert zu bestimmen. Es sollten also Werte gefunden werden dafür, wieviel Nutzen oder vereinfacht "Produktionszuwachs" 1 D-Mark erbringt, wenn sie isoliert bei den Faktorengruppen Verkehrskapazität, Verbesserung der Bodenqualität (Dünger), Vergrößerung des Bestandes an Kapitalgütern oder auch Anhebung des Ausbildungsstandes (technisches Wissen) investiert würde.

Da dies in der Praxis äußerst schwierig ist, hat man sich, wie gesagt, auf die einfache Zurechnung nach den Anteilen der Kosten der Produktionsfaktoren an den Gesamtkosten zurückgezogen. Dies jedoch widerspricht dem Prinzip der Kostenminimierung, das auch makroökonomische Geltung haben sollte.

In unserem produktionstechnischen LP-Modell wird nicht versucht, bei einem Verbundprojekt den resultierenden Produktionszuwachs auf die Einzelinvestitionen aufzuteilen. Dies liegt an der Annahme streng linearer Produktionsfunktionen. Würde man sie aufheben, so könnte man zwar einzelne Grenzproduktivitäten der Faktoren (Einzelinvestitionen) zu ermitteln versuchen. Dazu wären jedoch noch viele empirische Studien nötig.

Teil II. Die theoretischen Grundlagen für eine erweiterte Evaluierungsmethode für Straßeninvestitionen in ländlichen Entwicklungsregionen

Einleitung

In diesem Teil untersuchen wir die theoretischen Grundmodelle, auf denen unsere beiden großen Methoden zur Messung der ökonomischen Nutzen aufgebaut sind, und versuchen dadurch mehr Licht auf die Frage zu werfen: wie hängen unsere beiden grundsätzlichen Methoden, die KE- und die PZ-Methode, zusammen? Wie weit durchdringen sie sich, und in welche Richtung muß man sie fortentwickeln, um sie in den Fällen II und III praktisch anwenden zu können?

Wir fragen weiterhin, ob es ein vereinfachtes Verfahren gibt, das Verkehrsvolumen zu prognostizieren, welches wir in einer zu entwickelnden theoretisch anspruchsvollen und dennoch praktisch anwendbaren Evaluierungsmethode verwenden könnten. Abschließend stellen wir zwei Erweiterungen zum Grundmodell der Kostenersparnisse dar, die für unser neues Kompromißmodell in Teil III.A. wichtig sind.

II.A. Das Grundmodell der Messung des Nutzens mit der Methode der Konsumentenrente

Einleitung

Über die Frage, wie man den Nutzen aus induziertem Verkehr berechnen soll, besteht in der Literatur der NKA weitgehende Übereinstimmung: man multipliziert den induzierten Verkehr einfach mit der Hälfte der Kostenersparnisse pro Einheit. Dadurch entsteht das Dreieck $B_2 = \frac{1}{2} \Delta k_v \cdot \Delta T$

wobei Δk_v = durchschnittliche Kostenersparnisse pro Tonnenkilometer für den Verkehrsteilnehmer und
ΔT = durchschnittlich induziertes Verkehrsvolumen

Keine Übereinstimmung bzw. allgemeine Unsicherheit aber besteht über die Gründe, weshalb man das tun kann. Wir zitieren hierzu eines der meistbenutzten Lehrbücher für Straßenevaluierungen in Entwicklungsregionen[1]. Dort findet sich folgende Begründung: "Wenn man annehmen kann, daß in einer bestimmten Situation der induzierte Verkehr auch entstanden wäre mit nur der Hälfte der tatsächlichen Transportkostenersparnis pro Einheit, dann wäre es angebracht, nur die Hälfte der Transportkostenersparnisse pro Einheit auf den induzierten Verkehr anzuwenden". Und an anderer Stelle: "Für die Praxis mag es vernünftig sein, anzunehmen, daß das Verkehrsvolumen sich proportional zur Reduzierung der Transportkosten entwickelt; wenn dies so ist, wäre es angebracht, ungefähr die Hälfte der Kostenersparnisse anzuwenden ...".

Diese Erklärung halten wir für völlig unzureichend. Sie hat keinerlei Hintergrund in der Wirtschaftstheorie. Sie reflektiert jedoch die allgemeine Unsicherheit in der Bewertung des Entwicklungsnutzens. Die einzig richtige Begründung liegt unserer Meinung nach in der Theorie der Konsumenten- und Produ-

---

1) ADLER, Hans. E.: Economic Appraisal of Transport-Projects, Indiana University Press, Bloomington/London 1971, S. 28.

zentenrente. Man kann ihre Annahmen kritisieren, aber man hat zumindest eine geschlossene Theorie vor sich.

Auf dieser Theorie haben VAN DER TAK und RAY ihr Modell aufgebaut[1]. Es geht deutlich über die allgemeinen und zum Teil inkonsistenten Erklärungsversuche der meisten Evaluierungshandbücher hinaus; da es relativ unbekannt ist, wollen wir es ausführlicher darstellen. Darauf aufbauend zeigen wir dann die Grenzen der Methode der Kostenersparnisse, welche auf der Konsumentenrente aufbaut (wir nennen sie abgekürzt die KR-Methode).

II.A.1. Das theoretische Modell von VAN DER TAK und RAY zur Messung des Nutzens durch die Konsumenten- und Produzentenrente

II.A.1.a. Das Grundmodell

Das Modell VAN DER TAK und RAY bringt eine Darstellung der sogenannten "Social-Surplus - Methode". Wir nennen sie "Methode der Konsumentenrente". Diese Methode wird vor allem innerhalb des Weltbank-Personals als theoretischer Hintergrund zu anderen Methoden der Evaluierung von Straßeninvestitionen benutzt. Wir stellen sie daher nach VAN DER TAK und RAY dar, weil diese Autoren ihr Modell mit Rücksicht auf die praktische Anwendung für die Weltbank und ähnliche Organisationen entwickelt haben[2].

Die Nutzen werden gemessen mit Hilfe des Konzepts 'Konsumenten- und Produzentenrente' (Consumer and producer surpluses). Die Darstellung wird anhand des Beispiels einer Straßeninvestition gemacht, kann aber auch auf andere Verkehrsträger übertragen werden. Es soll gezeigt werden, welche Benefits von Stras-

---

1) VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: The Economic Benefits of Road Transport Projects, World Bank Staff Occasional Papers No. 13, Baltimore und London 1971.

2) Vgl. VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: The Economic Benefits ... .

senbau-Projekten erwartet werden können, und zwar sowohl mit als auch ohne verschiedene Arten von Marktunvollkommenheiten. Es wird gezeigt, wie diese Nutzen aufgrund von Veränderungen in der Angebots- und Nachfragestruktur der transportierten Güter variieren.

Eine grundsätzliche Einschränkung für die Anwendbarkeit dieses Modells muß von vornherein gemacht werden: Das Straßenbau-Projekt kann nach dem Verfahren des Social-Surplus nur als isoliertes Projekt evaluiert werden. Durch diese Beschränkung ist das Modell allen Modellen unterlegen, die auf der Messung der Wertschöpfung basieren, wie z. B. das von ISRAEL (vgl. Abschnitt II.A.3.). Es ist unmöglich, es als Teil eines Investitions-Projektes zu bewerten, in dem andere Investitionen, wie z. B. landwirtschaftliche oder touristische Investitionen, gemeinsam gemacht werden. Dies ist eine Beschränkung in der Anwendbarkeit des Modells, die insbesondere in unterentwickelten Regionen einschneidend wirkt. Denn selten wird in diesen Regionen der Nutzen eines Straßenbau- oder anderen Verkehrs-Projektes isoliert bewertet werden können. Fast immer müssen Zusatzinvestitionen einbezogen werden, um den internen Zinsfuß der Nutzen und Kosten auf ein solches Niveau zu bringen, daß es mit Projekten in entwickelten Regionen vergleichbar ist.

Die Autoren schränken selbst ein, daß ihr Modell stark vereinfacht ist. Die Beziehungen zwischen verschiedenen Straßen untereinander, zwischen verschiedenen Verkehrsträgern und zwischen mehreren Regionen seien komplexer als in ihrem Modell widergespiegelt. Außerdem seien Marktunvollkommenheiten in der Praxis öfter die Regel als die Ausnahme. Wie sind diese Einschränkungen in Bezug auf unsere Fragestellung, "die Anwendbarkeit des Modells für unterentwickelte Regionen" zu bewerten?

Die erste Einschränkung "Einfachheit" verringert den Wert des Modells für unterentwickelte Regionen wenig: insbesondere in wenig bevölkerten Gebieten und in Gebieten mit wenig Ver-

kehrsverbindungen wird das Modell, von den anderen Einschränkungen abgesehen - relativ gut zu gebrauchen sein. Die zweite Einschränkung "Marktunvollkommenheiten" ist in wenig entwickelten Regionen zum Teil jedoch sehr krass. Für diese Anwendung müßte das Modell verfeinert werden.

Um weitere Einschränkungen des Modells beurteilen zu können, wollen wir es im folgenden in seinen Grundzügen darstellen. Die Darstellung der Methode des sozialen Überschusses (direkter Netto-Nutzen für alle Beteiligten) wird in Stufen gebracht. Sie beginnt mit einem einfachen 2-Regionen-Modell, welches folgende Annahmen hat:

- Fehlen von anderen Verkehrsträgern außer dem Straßenverkehr,
- keine Marktunvollkommenheiten und
- keine indirekten Wirkungen

Vor allem auf die letzte Annahme wird noch genau einzugehen sein.

Im 1. Kapitel wird untersucht, wie die Benefits einer Straßeninvestition variieren aufgrund von Veränderungen in den Mengen der regionalen Produktion und des regionalen Konsums. Es wird angenommen, daß die zu verbessernde Straßenverbindung die einzige Verkehrsverbindung zwischen zwei Regionen A und B ist. Diese Annahme hat folgenden Vorteil: Sie erlaubt, die gesamten Benefits in nur zwei Komponenten aufzuteilen: Nutzen aufgrund des normalen Verkehrs (Verkehr ohne die Investition) und Nutzen aufgrund des induzierten Verkehrs (zusätzlicher Verkehr mit der Straßeninvestition). Auf diese Weise wird der Gesamtnutzen zunächst betrachtet ohne Berücksichtigung des umgeleiteten Verkehrs auf anderen Verkehrswegen. Diese Annahme wird später aufgegeben: andere Verkehrswege werden eingeführt.

Weitere Annahmen im Grundmodell sind die folgenden:

- nur zwei Regionen, die im Handel miteinander stehen,
- eine Transportkosten-Funktion, die unabhängig von den transportierten Tonnen-Kilometern ist.

Beide Annahmen werden später fallen gelassen.

Eine weitere grundlegende Annahme ist die folgende: die Gewinne und Verluste an Konsumenten- und Produzentenrente können addiert und subtrahiert werden. Dies ist eine Annahme, die jede Methode machen muß, die mit Konsumenten- und Produzentenrente arbeitet; sie kann schwerwiegend sein[1].

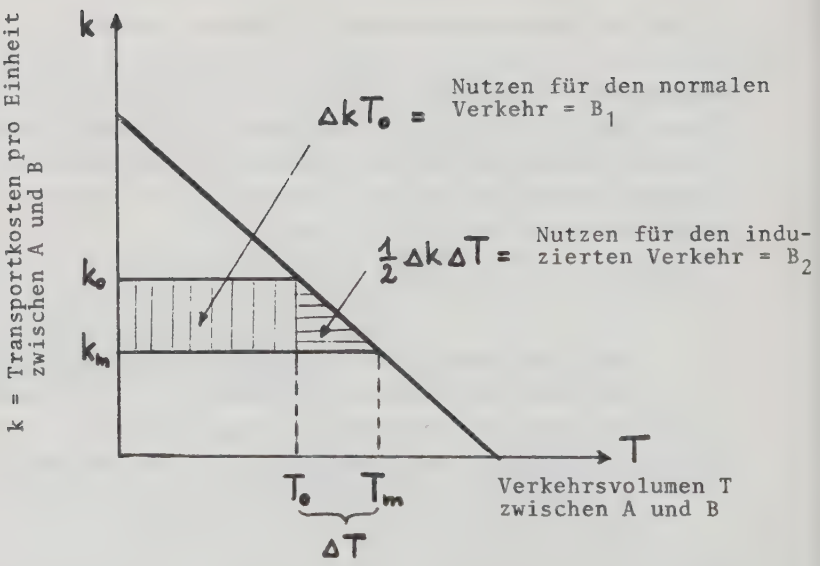
Der soziale Netto-Nutzen wird auf zweierlei Weise bestimmt:

1. durch den zusätzlichen Nutzen unter der Nachfrage-Funktion für Transportleistungen (vgl. Fig. II.A.(1);
2. als Differenz zwischen den Gewinnen und Verlusten an Konsumenten- und Produzentenrente auf den Märkten der Regionen A und B, zwischen denen ein einziges Produkt ausschließlich von Region B nach Region A transportiert wird (vgl. Fig. II.A.(2).

Beide Modelle kommen auf verschiedenen Wegen zum gleichen Wert für den sozialen Netto-Nutzen.

---

1) Vgl. MARTIN/WOHL: Traffic Analysis ..., S. 190 ff.



Figur II.A.(1): Messung des Nutzens einer Verkehrsinvestition durch die Konsumentenrente, bei konstanter Angebotskurve

Die verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

k_o = Stückkosten für Transportleistung zwischen A und B ohne die Straßeninvestition

k_m = Stückkosten für Transportleistung zwischen A und B mit der Straßeninvestition

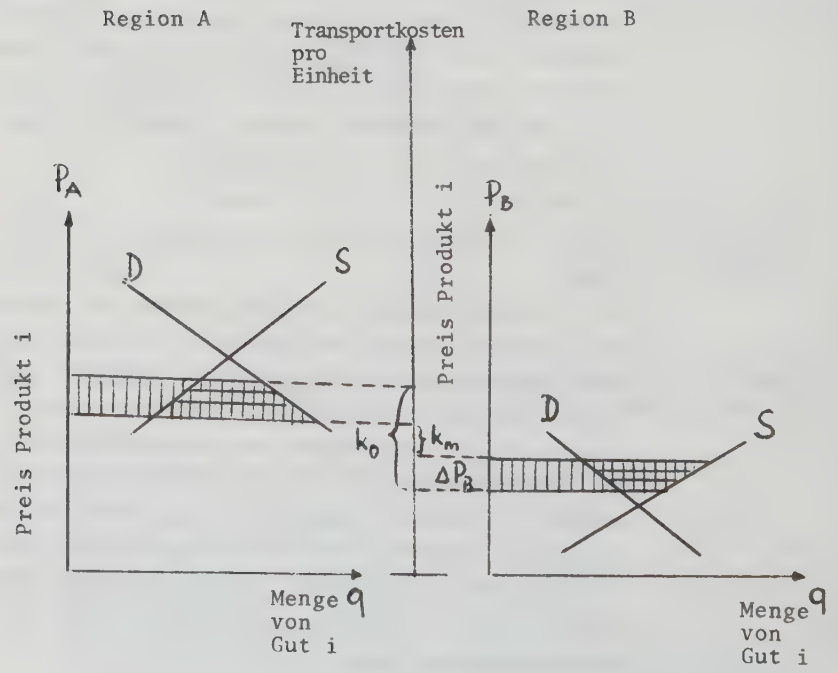
Δk = Transportkosten-Veränderung aufgrund der Straßeninvestitionen; die Transportstückkosten der Produzenten sind gleichzeitig die Transportpreise der Transport-Unternehmer. Die Kostenkurve für die Transport-Unternehmer wird in diesem Beispiel als konstant angenommen.

Es wird gefragt, wie groß die Netto-Nutzen sind, die dadurch entstehen, daß die Transportkosten sinken, sobald die Straße verbessert worden ist. Durch einfache algebraische Umformung kommt man zu folgenden Ergebnissen: der gesamte Netto-Nutzen für die Konsumenten in der Region A und für die Produzenten in der Region B wird dargestellt als Summe von:

1.) ΔkT_o = Nutzen aufgrund der Transportkosten-Senkung für den sogenannten normalen Verkehr.
Der normale Verkehr berücksichtigt die Steigerung im Transport-Volumen, die auch aufgetreten wären, wenn die Verkehrsinvestition nicht gemacht worden wäre. Es wird also die richtige Unterscheidung im Transportvolumen "mit" oder "ohne" die Investition gemacht, nicht die falsche Unterscheidung "vorher" und "nachher".
Dies ist das Rechteck, das wir abgekürzt immer als Nutzenmass B_1 bezeichnen.

2.) $\frac{1}{2}\Delta k\Delta T$ = Nutzen, die dem induzierten Verkehr zuzurechnen sind:
ΔT ist dabei das Verkehrsvolumen, welches nur aufgrund der Transportkosten-Verringerung entsteht. Der Gesamt-Nutzen entspricht also der Summe aus der horizontal und der vertikal schraffierten Fläche. Er wird hier als ein Zuwachs an Konsumentenrente unter der Nachfragekurve für Transportleistungen dargestellt, d. h. der Nutzen kommt in dieser Darstellung den Benutzern der Verkehrsleistung zugute.
Diese einfache Berechnung des Nutzens aus induziertem Verkehr ist natürlich nur möglich, wenn die Steigung der Nachfragekurve berechnet werden kann. Dieses Dreieck, das den Nutzen über dem induzierten Verkehr ausdrückt, bezeichnen wir abgekürzt immer als Nutzenmass B_2. Es wird in Zukunft von zentraler Bedeutung sein.

Die zweite Darstellungsweise für den sozialen Netto-Nutzen geschieht in Analogie zu einem der Grundmodelle der Außenhandelstheorie. Mit diesem Modell wird gezeigt, wie groß der Nutzen aus dem internationalen Handel ist, wenn zwei Länder ihre Import- oder Exportzölle senken. Den beiden Ländern entsprechen hier die Regionen A und B; der Senkung der Zölle für ein bestimmtes ausgetauschtes Gut entspricht eine Senkung der Transportkosten aufgrund von Verkehrswege-Verbesserungen.



Figur II.A.(2): Der Markt für ein transportiertes Gut in den Regionen A und B (nach VAN DER TAK/RAY, S. 7).

Die verwendeten Symbole haben folgende Bedeutung:

ΔP_A = Veränderung (Senkung) des Preisniveaus für das transportierte Gut auf dem Markt A;

ΔP_B = Veränderung (Anhebung) des Preisniveaus für das transportierte Gut auf dem Markt B;

K_o = sind wiederum die Transportkosten ohne die Strasseninvestition

K_m = sind die entsprechenden Transportkosten mit der Strasseninvestition.

Die kariert schraffierten Flächen (Trapeze) geben den jeweiligen Netto-Nutzen in Region A und Region B wieder. In Region A handelt es sich um einen Netto-Überschuß an Produzentenrente. Wieder genügen einfache algebraische Umformungen, um zu zeigen, daß die Summe der beiden Netto-Nutzen in den Regionen A und B, d. h., daß der gesamte Netto-Nutzen nach den Annahmen des Modells folgenden Wert hat:

$$\text{Gesamter Netto-Nutzen} = \Delta k \ (T_o \quad \frac{1}{2} \Delta T)$$

Dies ist der gleiche Wert, der als Gesamt-Nutzen unter der Transport-Nachfragekurve gefunden wurde. In dieser Darstellung kann jedoch noch gezeigt werden, wie sich der gesamte Netto-Nutzen auf die Konsumenten von Region A und die Produzenten von Region B verteilt.

Die beiden Methoden führen jedoch nicht zum gleichen Netto-Nutzen, wenn folgende Bedingungen nicht eingehalten werden (in diesem Fall kann die Fläche unter der Transport-Nachfragekurve nicht als Instrument für die Messung des Nutzens der Verkehrsinvestition gebraucht werden): wenn den Gewinnen und Verlusten der Produzenten und der Konsumenten verschiedene Gewichtungen zugeordnet werden. Diese Gewichtungen können interregional oder interpersonell sein. Sie würden in der Praxis dazu dienen, um z. B. einen Ausgleich für eine unterschiedliche Einkommensverteilung in den beiden Regionen zu machen. Es könnte angenommen werden, daß die Region A eine stärker konzentrierte Einkommens- und Vermögensverteilung hat als die

Region B. Unter gewissen Annahmen könnte man daher den Nutzen der Region A geringer bewerten als den Nutzen in der Region B, wo das Einkommen gleichmäßiger verteilt ist.

Eine der wichtigsten Annahmen hierzu wäre, daß der Grenznutzen einer verbrauchten Einheit in der Region mit der stärker konzentrierten Einkommensverteilung geringer ist als in der Region mit der gleichmäßigeren Einkommensverteilung. In diesem Falle würde der Nutzen in der Region A z. B. gewichtet mit dem Faktor 0,3; der Nutzen in der Region B z. B. mit dem Faktor 0,7. Eine solche Gewichtung wird in den unterentwickelten Regionen häufig erstrebenswert sein. Wird sie durchgeführt, so ist die Bestimmung des Gesamt-Nutzens mit Hilfe der Fläche unter der Nachfragekurve für Transportleistungen nicht brauchbar.

Erweiterung des Modells auf mehrere Regionen

Wird ein Gut aus mehreren Zuliefer-Regionen in die Region A geliefert, so bleiben die Ergebnisse im wesentlichen unverändert. Lediglich verändert sich die Steigung der Transport-Nachfragekurve zwischen den Regionen A und B. Dies wird im Modell von VAN DER TAK/RAY nachgewiesen[1]. Der gesamte Netto-Nutzen, welcher mit den beiden verschiedenen Methoden gemessen wird, bleibt auch in diesem Fall gleich. Wenn eine dritte Region "C" als Zulieferer angenommen wird, welcher in Konkurrenz zur Region B steht, so kann der gesamte Netto-Nutzen noch immer durch die Fläche unter der Transport-Nachfragekurve zwischen A und B gemessen werden. In diesem Fall ändert sich nur folgendes: die Konsumenten in "C" verlieren nun zugunsten der Produzenten von "B".

---

1) VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: Economic Benefits ..., S. 10 ff.

II.A.1.b. Der Nutzen bei steigender Angebotskurve für Verkehr

Im folgenden wird angenommen, daß die Transportkosten mit steigendem Transportvolumen zunehmen. Hat diese Annahme für unterentwickelte Regionen Bedeutung? In vielen Fällen ist sie nicht nötig; häufig sind die asphaltierten Straßen so wenig ausgelastet, daß keine Kostensteigerungen durch Verstopfung entstehen können wie in den entwickelten Regionen. Verstopfung kann in unterentwickelten Gebieten in einem Fall auftreten: wenn eine Verbindungsstraße zwischen zwei Regionen nicht asphaltiert ist, so ist ihre Kapazität wesentlich geringer als im Falle einer asphaltierten Oberfläche. Dies liegt hauptsächlich daran, daß wegen übergroßer Staubentwicklung während grosser Teile des Jahres Überholvorgänge auf solchen Straßen fast unmöglich sind; daher wird sich die Durchschnittsgeschwindigkeit auch dann verringern, wenn die Abstände zwischen den einzelnen Fahrzeugen auf der unasphaltierten Straße sehr groß sind im Vergleich zu einer asphaltierten Straße.

In diesem Fall von Verstopfungskosten entstehen im wesentlichen die gleichen Komponenten wie in städtischen Regionen:

a) Private oder individuelle Zusatzkosten für jeden marginalen Verkehrsteilnehmer:
   - zusätzliche Betriebskosten
   - zusätzliche Zeitkosten
   - zusätzliche Unfallkosten.

b) Die gleichen Arten von Grenzkosten entstehen als sogenannte soziale Grenzkosten für alle Verkehrsteilnehmer, die sich schon im Verkehrsstrom befinden. Dazu kommen noch die marginalen Kosten für Instandhaltung der Verkehrsverbindung.

Wie sieht das Modell der Konsumentenrente nun aus für den Fall, daß die Angebotskurve für Verkehrsleistung linear steigt und damit die Verkehrsunternehmen einen Nutzen in Form der Produzen-

tenrente haben? (Dies ist allerdings kein finanziell empfundener Nutzen für die einzelnen LKW-Unternehmer wie im Fall der einbehaltenen Zusatzgewinne)[1].

Wir nehmen an, daß wir ein Drei-Regionen-Modell haben, in dem außer Region B auch Region C eine Straßenverbindung nach Region A hat und dadurch den Marktpreis in A beeinflußt. Die Durchschnittskosten auf der Strecke $\overline{A\ C}$ sollen zunächst konstant sein. Wir nehmen weiter an, daß die Angebotskurve für Transport zwischen den Regionen A und B steigt (S^o in Figur II.A.3). Die Verbesserung der Strasse führt dann zu einer Verschiebung nach unten (S'). Wir nehmen Parallelverschiebung an. In diesem Fall wird der gesamte Nutzen für die Konsumenten und für die Produzenten des Gutes (im Unterschied zu den Transportunternehmern) in den drei Regionen, in Analogie zum Zwei-Regionenmodell, sein:

Nutzen für Benutzer der Verkehrsleistung

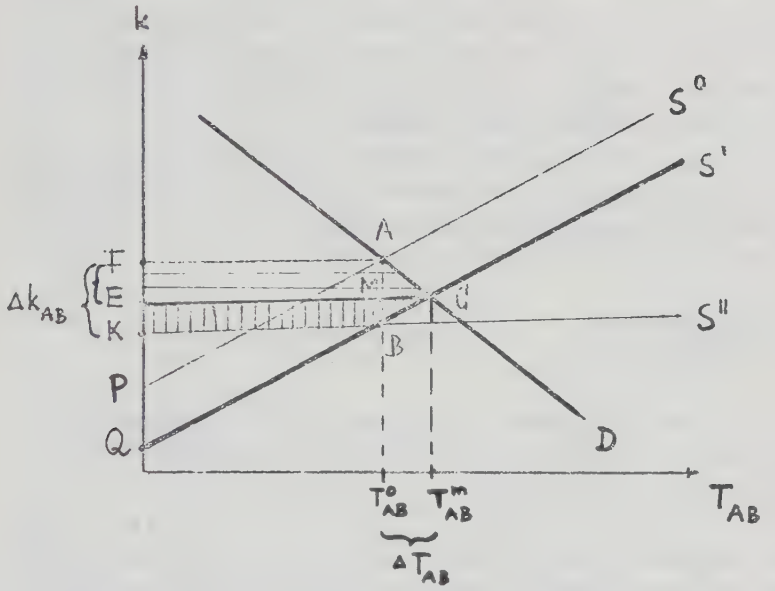
$$= \Delta k_{AB} \ (T^o_{AB} + \frac{1}{2} \Delta T_{AB}).$$

Nur muß nun die steigende Angebotskurve für Verkehr berücksichtigt werden. Die Änderungen der Transportkosten für Verbraucher von Transportleistung, die Änderungen der Preise und das Transportvolumen werden kleiner sein als im Fall der horizontalen Angebotskurve für Verkehr. Das Maß für die Nutzen der Verbraucher und Produzenten der aus Region B exportierten Ware beschreibt nicht den ganzen Nutzen. Es muß erweitert werden um den Nutzen für die LKW-Unternehmer in Form einer Produzentenrente, wie in Figur II.A.(3) gezeigt.

---

1) Wir wählen die Darstellung wieder nach VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: The Economic Benefits ..., S. 13 ff. - und verwenden der Einheitlichkeit wegen ihre Symbole.

Durchschnitts-Transportkosten
zwischen A und B



Figur II.A.(3): Der Nutzen im Fall von variablen Transportkosten

Die horizontal schraffierte Fläche FACE gibt den gemeinsamen Nutzen der Produzenten und Konsumenten der drei Regionen an. FE oder Δk_{AB} ist die Senkung der Transportkosten pro km, und $T^m_{AB} - T^o_{AB}$ oder ΔT_{AB} ist die Zunahme des Verkehrsvolumens. Beide Änderungen sind kleiner, als wenn die neue Angebotskurve QS' horizontal gewesen wäre, d. h. KS''. Bei horizontaler Kurve wäre die Senkung der Transporttarife für die Verbraucher von Verkehrsleistung FK gewesen, mit steigender ist sie nur noch FE.

Wie groß ist die Produzentenrente für die Transporteure? Sie ist vor der Investition gleich der Fläche FAP, nachher ECQ. Die vertikal schraffierte Fläche ECBK gibt die Differenz

davon an. Dies ist die zusätzliche Produzentenrente mit der Straße und eine zusätzlicher Nutzen zu dem, den die Verbraucher der Transportleistung schon haben. Der Gesamtnutzen des Projektes ist also gleich der Summe aus den beiden schraffierten Trapezen, nämlich FACBK. Er ist kleiner als im Fall der horizontalen Transport-Angebotskurve.

Damit kann man den Nutzen, angegeben durch das Fünfeck FACBK, in allgemeiner Form angeben: wenn s die vertikale Verschiebung der Angebotskurve für Verkehr ist (Strecke AB in Abbildung 3a), so wird er gemessen durch:

$$\text{Gesamtnutzen bei steigender Transportangebotskurve} = s\,(T^{o}_{AB} + \frac{1}{2}\,\Delta T_{AB}) \quad 1)$$

s wird in dem Maße größer als Δk_{AB} sein, wie bei gegebener Neigung der Verkehrs-Nachfragekurve die Neigung der Verkehrs-Angebotskurve steigt.

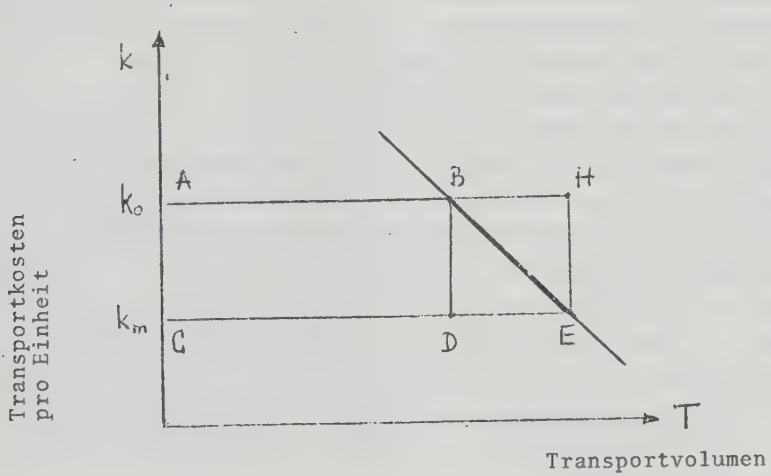
Diese Ergebnisse gelten nicht nur für eine linear ansteigende Angebotsfunktion mit konstanter Steigung, sondern auch für die Angebotsfunktionen, die anfangs horizontal sind und später, bei höheren Transportvolumina, einen aufwärts steigenden Ast haben. Die einzige Bedingung dafür ist, daß die Kostenkurve sich über den ganzen relevanten Bereich von Verkehrsvolumina um den gleichen Betrag nach unten verschiebt.

---

1) s darf nicht verwechselt werden mit den technischen Transportkostenersparnissen, von denen nur ein Teil an die Benutzer der Verkehrsleistung weitergegeben wird.

II.A.2. Eine grundlegende Kritik an der Methode der Konsumentenrente

Einen grundlegenden theoretischen Einwand, welche die Consumer-Surplus-Methode ungeeignet für die Fälle II und III erscheinen läßt, erheben HARRAL und BROWN[1]. Sie zeigen, daß die Anwendung der Methode des Einkommenszuwachses nicht zu gleichen Ergebnissen führt wie die Methode der Konsumentenrente. Das liege daran, daß der Preisindex, mit dem der Produktionszuwachs gemessen werden solle, nicht eindeutig definiert sei.



Figur II.A.(3b): Verschiedene Einkommenszuwächse bei Bewertung des Nutzens zu verschiedenen Preisen

Wenn man den realen Einkommenszuwachs mit den Preisen bewerte, die o h n e die Verkehrs-Investition herrschten, so ergab sich in ihrem einfachen Beispiel ein Einkommenszuwachs von sechs Einheiten (Dreieck AHEC in Figur I.A.(3). Wenn zu den

1) Vgl. BROWN, Robert T. und HARRAL, Clell Q.: Estimating . . . Highway Research Record No. 115, Washington D.C., 1966.

niedrigeren Preisen bewertet, die nach dem Bau einer Strasse oder Brücke herrschte, so ergab sich ein Einkommenzuwachs von nur fünf Einheiten (Dreieck ABDC).

Der Nutzen dagegen, der mit der Methode der Konsumentenrente gemessen wurde, ergab 5 $\frac{1}{2}$ Einheiten, also das arithmetische Mittel. (Das arithmetische Mittel jedoch wird dann nicht mehr von der Methode der Kostenersparnisse errechnet, wenn die Nachfragekurve nicht linear ist. In diesem Falle ist die Evaluierung wesentlich komplizierter). Damit wird gezeigt: Die Methode der Kostenersparnisse, welche die Netto-Konsumentenrente als Maßstab einsetzt, kommt in einem extrem vereinfachten Modell nicht zum gleichen Ergebnis wie die Modelle des Produktionszuwachses.

Die Autoren benutzen ein Modell, in dem nur relative Preise vorkommen und in dem die Transportkosten z. B. in menschlichen Arbeitsstunden gemessen werden. Dadurch wird die Analyse schärfer, als wenn sie die Transportkosten in Geldeinheiten pro Tonne und die Verkehrsleistung in Tonnen gemessen hätten. Sie können in ihrem einfachen Modell mit nur zwei Gütern die Auswirkung von Transportkostensenkungen auf alle produzierten Güter und ihre Preisrelationen zeigen. Der Transportmarkt ist also nicht isoliert wie bei der Analyse, auf der die Methode der Konsumentenrente basiert. Sie folgern daraus, daß die Transportnachfragekurve nicht ohne weiteres als konstant im Zeitablauf angenommen werden kann, sondern daß man sie genauer untersuchen muß.

Wegen dieser Kritik an der Methode der Konsumentenrente schlagen HARRAL und BROWN vor, diese durch die Methode des Produktionszuwachses zu ersetzen. Denn die Steigerung der Wertschöpfung sei ja in typischen Entwicklungsgebieten das eigentliche Ziel beim Bau einer Straße.

Bevor wir die Methode der Konsumentenrente genauer untersuchen, stellen wir zunächst ein Modell vor, durch das der Produktionszuwachs gemessen werden kann.

Teil II.A.3. Das lineare Programmierungs-Modell von ISRAEL zur Evaluierung von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen

Ein theoretisch sehr befriedigendes Verfahren zur Messung des Produktionszuwachses auf mikroökonomischer Ebene hat ISRAEL vorgeschlagen[1]. Wir stellen es hier in seinen Grundzügen relativ ausführlich dar, da das Modell in der deutschen Fachliteratur so gut wie unbekannt und auf dem Markt nur schwer erhältlich ist.

Das lineare Programmierungs-Modell (LP-Modell) versucht, die engen Beziehungen zwischen dem Verkehrssektor und den produktiven Sektoren einer einfachen agrarischen Wirtschaft nachzubilden. Institutionelle und soziologische Faktoren werden im Grundmodell noch nicht einbezogen. Das Modell gilt für LZS vom Fall III. Die Entscheidungen der Farmer einer LZS-Region werden idealtypisch durch ein lineares Programm nachgebildet. Transportkostenersparnisse werden simultan übersetzt in folgende Wirkungen in den produzierenden Sektoren:

- geringere Input-Preise
- höhere Output-Preise
- höheres Produktionsniveau und
- evtl. Einführung neuer Produktionstechniken und Agrarprodukte.

Die Produktion einer LZS-Region wird ausgedrückt als ein Problem der Outputmaximierung bei gegebenen Ressourcen für 2 Fälle. Die Transportkosten o h n e die LZS-Investition und m i t ihr. Die Lösungen dieser Optimierungsaufgabe zeigen dann die Auswirkung des Projekts auf die Wertschöpfung und andere Ergebnisse wie Faktorpreise und Beschäftigung.

---

1) Vgl. ISRAEL, Arturo: Feeder Road Methodology ... . zur grundsätzlichen Struktur des Modells vergleiche die Tabellen im Abschnitt I.A.3.b.

II.A.3.a. Der ökonomische Teil des Modells
Annahmen des Modells

Zur Vereinfachung des Modells werden fünf Annahmen gemacht:

(1) Die Nachfragekurven für die Anbaugüter der landwirtschaftlichen Regionen sind vollkommen elastisch; deswegen können die Output-Preise als unabhängig von den Mengen angesehen werden. Wenn es sich um eine kleine Region im Vergleich zu einem relativ großen Markt handelt, so wird diese Bedingung zutreffen.

(2) Ebenso ist die Angebotskurve für Input-Güter vollkommen elastisch. Deswegen werden die Input-Preise nicht durch Veränderung der lokalen Nachfrage für Inputs berührt werden. Auch dies trifft zu, wenn es sich um eine kleine Region im Vergleich zu einem großen Markt für Input-Güter handelt.

(3) Eine geringe Zahl von landwirtschaftlichen Gütern wird angebaut,und die Zahl der Produktionsmethoden ist relativ eng begrenzt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß 3 - 4 Anbauprodukte in unterentwickelten Agrarregionen häufig schon einen großen Teil der gesamten Produktion ausmachen. Wie groß die Zahl der Produktionsmethoden ist, wird wesentlich davon abhängen, wie viele Komplementärinvestitionen die Straßeninvestition während ihrer Lebensdauer begrenzen.

(4) Das Anbaujahr erlaubt zwei Ernten,und

(5) jede Farm wird in gleicher Weise von den Verkehrsverbesserungen betroffen und arbeitet mit den gleichen Produktionsmethoden. Alle Werte der Input-Output-Tabelle werden also für die Durchschnittsfarm geschätzt.

Prüft man die einzelnen Annahmen, so zeigt sich, daß sie in den meisten unterentwickelten Gebieten zutreffen oder zumindestens die Ergebnisse nicht wesentlich stören. Falls die An-

nahmen in besonderen Fällen nicht zutreffen, kann das Modell erweitert werden.

Gleichungen des Modells

Die Zielfunktion des Modells ist die Wertschöpfung der Regionen. Die Produktionsstruktur besteht aus vier produktiven Prozessen und dem Dienstleistungssektor Transport; es benutzt außerdem eine Mindestzahl von fünf Inputs. Darunter ist auch die Verkehrsleistung als sekundärer Input.

In seiner allgemeinen Form sieht das Modell wie folgt aus:

Maximiere die Zielfunktion

$$(1) \quad Z = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + c_4X_4 + c_5X_5$$

unter Einhaltung folgender Nebenbedingungen:

$$(2) \quad a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + a_{14}X_4 + a_{15}X_5 \leq B_1$$

$$(3) \quad a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + a_{24}X_4 + a_{25}X_5 \leq B_2$$

$$(4) \quad a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + a_{34}X_4 + a_{35}X_5 \leq B_3$$

$$(5) \quad a_{41}X_1 + a_{42}X_2 + a_{43}X_3 + a_{44}X_4 + a_{45}X_5 \leq B_4$$

$$(6) \quad a_{51}X_1 + a_{52}X_2 + a_{53}X_3 + a_{54}X_4 - X_5 = 0$$

$$(7) \quad X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, X_4 \geq 0, X_5 \geq 0$$

Die Symbole in diesem Optimierungsproblem haben folgende Bedeutung:

- Z in Gleichung (1) ist die Wertschöpfung (value added)
- die X_i sind die Produktionsniveaus der vier Produktionsprozesse (X_1, X_2, X_3 und X_4) und X_5 ist das Dienstleistungsniveau des Transportsektors.
- Die c_i geben den Beitrag jedes Produktionsprozesses zur Wertschöpfung an; dies sind die Deckungsbeiträge in der Produk-

tionsoptimierung der Mehrproduktunternehmung.

- Nebenbedingung (7) stellt die Nicht-Negativitätsbedingung dar.
- Nebenbedingungen (2) - (5) stellen die Begrenzungen für Faktormengen dar. Die B_i sind die gesamten vorhandenen Faktormengen der Inputs 1 bis 4.
- Die a_{ij} sind die Input-Koeffizienten, z. B. definiert auf 1 Hektar Land.
- Gleichung (6) gibt die Tatsache wieder, dass die Verkehrsleistung kein Endprodukt ist, sondern ein Zwischenprodukt. Transportleistung wird also nicht ausserhalb der Region verkauft, d. h. ist gleich der gesamten Nachfrage nach Transport, welche die vier produzierenden Sektoren entfalten ($a_{51} X_1 + a_{52} X_2 + a_{53} X_3 + a_{54} X_4$).

Folgendes sind die Zahlenwerte, die zum Grundmodell gehören:

$$(1) \quad Z = 1420 X_1 + 2250 X_2 + 6400 X_3 + 4800 X_4 + 2000 X_5$$

unter Einhaltung folgender Nebenbedingungen:

$$(2) \quad 250 X_1 + 100 X_2 + 365 X_3 + 250 X_4 + 133 X_5 \leq 10{,}000.000$$

$$(3) \quad 4 X_3 \leq 4.000$$

$$(4) \quad X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 30.000$$

$$(5) \quad 45 X_1 + 40 X_2 + 50 X_4 + 133 X_5 \leq 1{,}500.000$$

$$(6) \quad 41 X_2 + 120 X_3 + 164 X_4 - 200 X_5 = 0$$

$$(7) \quad X_1 \geq 0, \quad X_2 \geq 0, \quad X_3 \geq 0, \quad X_4 \geq 0, \quad X_5 \geq 0$$

Es lohnt sich, die Rolle von Gleichung (6) in diesem Modell genauer zu betrachten: Transportleistung ist danach gleichzeitig ein Produktionsprozeß ähnlich der agrarischen Produktion und ein Inputfaktor, der in diese vier Produktionsprozesse eingeht. Diese doppelte Rolle des Transportsektors erlaubt es, durch das LP-Modell explizit darzustellen, welche Beziehungen zwischen dem Verkehrssektor und den vier produzierenden Sektoren bestehen. Alle anderen Inputfaktoren werden im Unterschied zum Transportsektor nicht genauer durch primäre Inputfaktoren erklärt.

Die Lösung des Optimierungsproblems ergibt zunächst Werte für die Wertschöpfung (Z) und die Produktionsniveaus X_i für alle vier Agrarprodukte und das Verkehrsvolumen X_5.

Der Nutzen einer Straßeninvestition für jede Anbausaison errechnet sich wie folgt: die Wertschöpfung wird zunächst mit allen Daten optimiert, die o h n e die LZS zutreffen; dann mit den Daten, die mit ihr zutreffen. Die Differenz ergibt den Nutzen des LZS-Projektes für jede Saison. Dieser Nutzen wird dann mit der Zahl der Erntezeiten pro Lebensdauer der LZS multipliziert; das ergibt den Gesamtnutzen des Projekts in einfachster Form.
Falls zwei Erntezeiten pro Jahr mit unterschiedlichen Erträgen bei gleichen Inputfaktoren angenommen werden, errechnet sich der Nutzen über die Lebensdauer aus dem Mittelwert der Wertschöpfungs-Geldbeträge pro Jahr.

Veranschaulichung des Modells an einem Beispiel

Um die praktische Anwendbarkeit des Modells zu zeigen, wird ein Beispiel durchgerechnet. Dabei wird angenommen, daß die erforderlichen Daten kostengünstig und ohne allzu großen Zeitaufwand beschafft werden können. Diese Annahme wird noch zu prüfen sein.

Alle für die Lösung des linearen Programms nötigen Angaben wurden in Tabelle I.A.3.(2) (siehe Abschnitt I.A.3.) gegeben. Die Lösungen für verschiedene Projekttypen enthält Tabelle

II.A.(1). Alle Werte in Tabelle I.A.3.(2) beziehen sich auf einen Acre Land. Die Produktionsprozesse Subsistenzwirtschaft und Viehzucht sind nocheinmal aufgespalte . Die Daten stammen aus einer Studie über die primitive Agrarstruktur im Hochland von Peru.

Tabelle II.A.(1) zeigt als Teil der Lösung der Optimierungsaufgabe auch die Schattenpreise der fünf ursprünglichen Faktoren und dadurch deren relative Knappheit an. Die Faktoren, die in der ursprünglichen Situation (ohne) nicht voll genutzt werden, zeigen dementsprechend einen Schattenpreis von Null (vgl. in Tabelle II.A.(1) z. B. ungelernte Arbeit und Ackerland). Anhand dieser Daten kann der Planer das Produktionsprogramm reorganisieren, falls wichtige Faktoren wie menschliche Arbeitskraft eine zu hohe Unterbeschäftigung zeigen. In gewissen Grenzen ist ja auch eine Substitution zwischen den Faktoren möglich; das führt dann allerdings zu einer neuen Input-Output-Tabelle.

Verschiedene Ausgangssituationen

Das Modell in der vorliegenden Form eignet sich besonders gut zur Simulation von verschiedenen Ausgangssituationen. Sie können auch erst nach einigen Jahren Lebensdauer der LZS auftreten. Das Computer-Modell hat dann den Vorteil, daß die Konsequenzen der neuen Produktionsstruktur z. B. sofort durchgerechnet werden können. Dafür wird ein Beispiel gegeben:

Es mag z. B. zu erwarten sein, daß vom Bau der LZS die Minifundien einseitig profitieren und daß nach fünf Jahren die Verhältnisse so verschoben sind, dass der Wert der exportierbaren Produktion nur noch weniger als die Hälfte des Wertes der gesamten Wertschöpfung ausmacht. Eine ähnliche Entwicklung ist auch denkbar, wenn große Latifundien bestehen, deren Produktivität wegen mangelnden Interesses ihrer Eigentümer unter den Durchschnitt sinkt, weil sie nur einen Mindestgewinn erwirtschaften sollen. Wir nehmen an, es solle nun berechnet werden, um wieviel Prozent die Wertschöpfung der Region

Tabelle II .A.(1): Lösungen des Optimierungs-Modells: Mit und ohne Verkehrsinvestitionen (einschließlich Schattenpreisen)

Lösung f. Alternative	Gesamte Wertschöpfung in Tausend	Ungelernte Arbeit (Arbeitsstunden)	Gelernte Arbeit (Arbeitsstunden)	Nichtgenutzte Inputmengen: Land für Viehzucht (Acres)	Nichtgenutzte Inputmengen: Ackerland (Acres)	Zugkraft: Zugtiere (Stunden)	Zugkraft: LKW (Stunden)	Dünger Tonne	Schädlingsbekämpfung Pfund
Ursprüngl. Situation	65.101	6.349	(a)	-	20.100	-	(a)	(a)	(a)
Schattenpreise der Faktoren		0		1.092	0	40			
Variation A	53.201	3.834	(a)	4.000	7.000	-	(a)	(a)	(a)
Schattenpreise der Faktoren		0		0	0	35			
Variation B	57.396	3.949	(a)	-	2.000	-	(a)	(a)	(a)
Schattenpreise der Faktoren		0		877	0	32			
Mit der Verbesserung des ursprüngl. Weges	81.874	5.741	(a)	-	17.000	-	(a)	(a)	(a)
Schattenpreise der Faktoren		0		1.192	0	51			
Mit LZS, Alternative 1	107.573	2.335	-	-	-	130.900	(a)	(a)	(a)
Schattenpreise der Faktoren		0	2.499	627	1.420	0			
Mit LZS, Alternative 2	115.073	3.109	-	-	-	-	(a)	(a)	(a)
Schattenpreise der Faktoren		0	2.489	669	1.263	4			
Mit Investitionspaket 1	194.992	7.610	-	5.000	-	450.000	(a)	16	541
Schattenpreise der Faktoren		0	2.758	0	1.632	0		0	0
Mit Investitionspaket 2	330.352	5.318	-	5.000	-	846.500	47.000	13	244
		0	1.736	0	2.000	0	0	0	0

(a) nicht eingeschlossen in dieser Optimierung

sinkt, wenn diese unproduktive Agrarstruktur nicht institutionell durch Landreform geändert werden kann.
Diese neue Ausgangsbedingung könnte in folgender Form in das Modell eingeführt werden:

Zu den Nebenbedingungen (1) bis (7) würde noch eine Bedingung (8) hinzugefügt, die besagt, daß die Differenz zwischen der Wertschöpfung des Subsistenzsektors und aller anderen (exportierenden) Sektoren positiv oder gleich Null sein muß:

$$(8) \quad 1420\ X_1 - 2250\ X_2 - 6400\ X_3 - 4800\ X_4 - 2000\ X_5 \geq 0.$$

Aus Tabelle II.A.(1) ist die Lösung für dieses neue Gleichungssystem ablesbar. Die Wertschöpfung der Region ist in dieser Situation um 18 Prozent niedriger als ursprünglich. Alle Produktionsergebnisse haben sich geändert. Ein Ergebnis ist bemerkenswert: die Beschäftigung ist viel höher; dies mag aus sozialpolitischen Erwägungen erwünschter sein als eine hohe Wertschöpfung.

Hier zeigt sich ein großer Vorteil eines standardisierten Modells: wenn es einmal auf dem Computer ist, können alle Arten von Variationen in der Situation "ohne" ohne große Mehrkosten durchgerechnet werden. Das gleiche trifft zu für verschiedene Projektgrößen von LZS, wie sich im folgenden zeigen wird.

Berechnung von 5 Projektalternativen

Zur Illustration der Vielseitigkeit des Modells wurden 5 Typen von Projekten durchgerechnet: 3 reine Verkehrsinvestitionen und 2 Investitionspakete. Die Ergebnisse befinden sich ebenfalls in Tabelle II.A.(1). Die reinen Verkehrsinvestitionen waren von folgender Art:

Projekt 1: Der Weg zwischen Produktionsort und Marktzentrum, der im Fall "ohne" nur durch Zugtier-Verkehr bedient werden kann, wird verbessert durch Brücken und Entwässerung. Damit

wird die Strecke von 60 km auf 52 verkürzt; und die Fahrzeit erhöht sich von 3 auf 4 Stundenkilometer. Dies wird umgerechnet auf die Input-Output-Tabelle I.A.3.(2) und ergibt eine Freisetzung von 33 Zugtier-Stunden und 33 Arbeitsstunden im Transportsektor. Alle anderen Input-Faktormengen bleiben wie im Fall "ohne" (vgl. Tabelle I.A.3.(3) im obigen Abschnitt).

Projekt 2 plant eine LZS, welche die Entfernung von 60 auf 45 km verringert und LKW-Verkehr zuläßt. Dadurch ändert sich die Input-Output-Tabelle (Tabelle I.A.3.(3)) und damit die Wertschöpfung beträchtlich (Tabelle II.A.(1)).

Im Verkehrsprojekt 3 wird die LZS so gelegt, daß dabei noch ein Seitental angeschlossen wird und sich dadurch die Summe des kultivierbaren Landes erhöht.

Danach werden zwei Investitions p a k e t e durchgerechnet. Das erste besteht aus:

(1) dem LZS-Projekt 3 wie oben
(2) einem landwirtschaftlichen Ausbildungsprogramm und
(3) einem Programm zur Ausbildung von Facharbeitern, z. B. LKW-Fahrern und Mechanikern.

Damit erweitert sich die Input-Output-Tabelle noch einmal. Tabelle II.A.(1) zeigt, daß die Wertschöpfung nach den Annahmen und Preisen des Modells auf 195 Millionen Einheiten hinaufschnellt, dreimal soviel wie in der Situation ohne jegliche Investition. Das zweite Investitionspaket hat grundsätzlich die gleichen Merkmale wie das erste, nur enthält es noch Investitionen in Mechanisierung der Landwirtschaft und Verbesserung des Saatguts.

Vergleich zwischen Nutzen und Kosten

Es gibt kein adäquates Kriterium, nach dem man die Nutzen eines Investitionspakets auf dessen einzelne Komponenten aufteilen könnte. Theoretisch müßte man, wie in der Produktions-

theorie, die Grenzproduktivität jeder der drei genannten Komponenten bestimmen. Man könnte mit großem technischen Aufwand eine wissenschaftliche Versuchsreihe anstellen, in der, wie bei der Bestimmung der Grenzproduktivität bei einzelnen Techniken bzw. mikroökonomischer Faktoren, jeder Faktor ceteris paribus einzeln variiert werden kann. Allgemein kontrollierte Experimente über den Zusammenhang zwischen relativ aggregierten Größen wie "landwirtschaftliche Schulungsprogramme" und "Wertschöpfung" gibt es jedoch noch nicht in ausreichendem Masse, und im einzelnen Evaluierungsfall können sie aus Zeit- und Kostengründen nicht gemacht werden.
Die Aufteilung des Nutzens eines Investitionspakets gemäß den Kosten der Projektkomponenten, wie es öfter gemacht wird, widerspricht - wie wir gesehen haben - den Prinzipien der Produktionstheorie und ist daher keine Lösung. Man muß das Investitionspaket daher als eine einzige Investition betrachten und insgesamt aus der Differenz der Wertschöpfung "ohne" und "mit" berechnen.

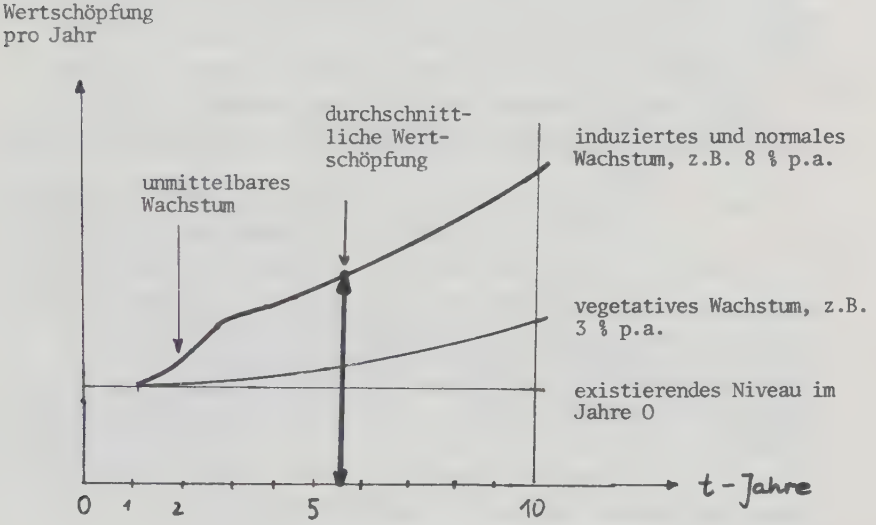
Die Wertschöpfungs-Differenz der Situation "mit" und "ohne" ergibt dann wie üblich den Nutzen, der abgezinst und den abgezinsten Kosten gegenübergestellt wird. Unter den Annahmen des Rechenbeispiels zeigte es sich, daß das Investitionspaket Nr. 2 den größten Kapitalwert erbrachte.

Im Rechenbeispiel zeigte sich auch, daß der Kapitalwert für jedes der beiden Investitionspakete größer war als die Summe der Kapitalwerte der einzelnen Komponenten jedes Pakets. Dies zeigt den Vorteil von Entwicklungsprojekten, die zu einem Paket zusammengefaßt sind; sie verstärken dadurch ihre Wirkung gegenseitig.

Im ISRAEL Modell wird nicht genauer erklärt, wie die dynamischen Veränderungen der Wertschöpfung berücksichtigt werden können. Wir tun es hier in einem kleinen Exkurs:

II.A.3.b. Wie können dynamische Veränderungen der Wertschöpfung durch das LP-Modell abgebildet werden?

Zunächst wollen wir zeigen, wie die Wertschöpfung sich im LZS-Fall wahrscheinlich in der Zeit verändern wird.



Figur II.A.(4): Veränderungen der Wertschöpfung im Zeitablauf

Das unmittelbare Wachstum könnte entstehen durch rasche Entwicklung von

- Holzfällerei
- Bergbau
- Milchwirtschaft,

d. h. in den Branchen, wo die LZS der einzige fehlende Produk-

tionsfaktor war. Das Modell bildet grundsätzlich nur einen Zustand "mit der LZS" ab. In jedem Jahre wird jedoch voraussichtlich der Output wachsen. Wie kann das mit dem statischen LP-Modell durch komparativ-statische Analyse erfaßt werden?

Man wird das Modell meistens auf zweierlei Weise an die Veränderungen anpassen:

(1) durch Änderung der verfügbaren Faktor-Gesamtmengen B_i (sie werden in den meisten Fällen wachsen)
(2) durch Änderung der Input-Koeffizienten, d.h. der Produktionstechnik

Die Schätzung von (1) wird leichter sein und daher häufiger gemacht werden können. Man kann die ursprüngliche I-O-Matrix z. B. für das 2., das 5. und das 10. Jahr schätzen, damit einen Produktionspfad interpolieren und daraus die mittlere Produktionsmenge bilden. Diese würde dann vielleicht der tatsächlichen Produktion in der Mitte zwischen dem 5. und 6. Jahre entsprechen. Wenn man das Verfahren vereinfachen will, so schätzt man nur eine einzige I-O-Matrix für das vermutete Jahr der durchschnittlichen Wertschöpfung. Außerdem kann man, wenn große Veränderungen der Produktionsstruktur zu erwarten sind, auch noch

(3) neue Input-Faktoren hinzufügen und
(4) neue Produktionsprozesse hinzufügen bzw. alte weglassen

(vgl. dazu den folgenden Abschnitt II.A.4. über die Übersetzung der Zusatzinvestitionen in Wertschöpfung).

II.A.4. Übersetzung der Wirkung von Komplementärinvestitionen in Wertschöpfung

(I) Arten von Ergänzungsinvestitionen

Komplementärinvestitionen, die die soziologischen und institutionellen Begrenzungen der Verkehrsinvestition vermindern oder aufheben, können die Rentabilität eines LZS-Projektes ganz erheblich erhöhen[1]. Die Wirkungen solcher Ergänzungsinvestitionen auf die Wertschöpfung können in verschiedenen Graden von Genauigkeit gemessen werden, wie z.B.:

(a) relativ vollständig
(b) nur grob angenähert und unvollständig
(c) praktisch nicht.

Der vielleicht größte Vorzug des LP-Modells ist der, daß es erlaubt, relativ einfach eine gute Anzahl wichtiger Zusatzinvestitionen in die Evaluierung einzubeziehen. Wir wollen diese Qualität des Modells daher etwas genauer darstellen.

(a) Als relativ vollständig meßbar werden die Wirkungen von Investitionspaketen angesehen, die folgende Faktoren beeinflussen:

(1) die Qualität landwirtschaftlicher Ausbildungsprogramme
(2) die Leichtigkeit des Zugangs zu Krediten (Kreditgenossenschaften)
(3) die Wirksamkeit von Vermarktungs-Einrichtungen (Vermarktungs-Genossenschaften)
(4) die Flexibilität in der Größe der landwirtschaftlichen Produktionseinheiten (Landreformen und - umstrukturierungen)

---

1) Über die Reihenfolge der wichtigsten Komplementärinvestitionen wird noch an anderer Stelle gesprochen werden (Abschnitt III.B.4.).

(5) die Flexibilität im Angebot von Arbeitskräften
(6) die Vorliebe für Subsistenz-Landwirtschaft (statt Austausch mit anderen Regionen).

(b) Als hemmende Faktoren, deren Änderung aufgrund von Zusatzinvestitionen nur unvollständig und durch grobe Annäherung gemessen werden kann, werden Größen folgender Art betrachtet:

(1) Grad der unternehmerischen Initiative von Landarbeitern (Annäherungs-Indikator: Flexibilität des Angebots von gelernten und ungelernten Arbeitern)
(2) Qualität der örtlichen Führungskräfte, die Neuerungen einführen können (Annäherungs-Indikator: Qualität der landwirtschaftlichen Ausbildungsprogramme)
(3) Grad der Abwanderung in die Städte: Flexibilität des Angebots von Arbeit.

(c) Schließlich gibt es noch eine Gruppe von hemmenden Faktoren, die praktisch nicht gemessen werden können; die Wirkung von Komplementärinvestitionen, die sie beseitigen könnten, bleibt daher unbekannt, obwohl sie sehr bedeutend sein können.
Zum Teil sind es Faktoren, die ausserhalb der Region liegen.

Dies sind Größen wie Grad der Übereinstimmung zwischen nationalen, regionalen und örtlichen Entwicklungsplänen. Diese Wirkungen können dann, wenn überhaupt, besser im Rahmen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse bewertet werden.

Über die praktische Messung der Wirkung solcher soziologischer und politischer Komplementärinvestitionen gibt es noch relativ wenig Literatur. ADELMAN und MORRIS haben versucht, dazu ein Modell auf makroökonomischem Niveau zu kon-

struieren[1]. Es wurde jedoch für die Zwecke der Arbeit der Weltbank nie eingesetzt, weil es zu realitätsfern ist. Umso mehr kann man sich von dem Versuch versprechen, den das ISRAEL-Modell unternimmt.

(II) Methoden zur Übersetzung der Wirkungen von Komplementärinvestitionen in linearen Optimierungsmodellen für die agrarische Entwicklung

Ein lineares Optimierungsmodell kann die Wirkungen von Komplementärinvestitionen auf vier Wegen berücksichtigen:

(1.) durch Änderung der Faktorbegrenzungen
(2.) durch Änderung der Input-Koeffizienten
(3.) durch Hinzufügen neuer Input-Faktoren (neue Zeilen der Input-Output-Tabelle)
(4.) durch Hinzufügen neuer Produktions- oder Dienstleistungsprozesse (neue Spalten der Input-Output-Tabelle)

oder durch Kombinationen zwischen diesen vier Methoden. Dies kann am besten am Beispiel der landwirtschaftlichen Ausbildungsprogramme gezeigt werden.

ad (1.) Durch ein Ausbildungsprogramm können v o n a u ß e r h a l b der Region die Gesamtmengen von einzelnen Produktionsfaktoren erhöht werden, z. B. von gelernten Arbeitskräften und Düngemitteln. Alle anderen Variablen, vor allem die Input-Koeffizienten, bleiben dadurch zunächst unberührt.

---

1) Vgl. ADELMAN, Irma und MORRIS, Cynthia T.: An Econometrical Model of Socio-economic and Political Change in Underdeveloped Countries, in: Proceedings of the Association for Comparative Economics, December 1967.

ad (2.) Als Auswirkung des Ausbildungsprogramms würden sich dann bald die Produktionstechniken verbessern, d. h. die Input-Koeffizienten ceteris paribus verändern. Die Ausbildung könnte in seltenen Fällen auch allein mit Ressourcen von i n n e r h a l b d e r R e g i o n durchgeführt werden. Das würde im Modell dann zunächst ausschließlich durch Änderung der Input-Koeffizienten abgebildet.

ad (3.) Häufig werden zu den vorhandenen Input-Faktoren noch neue hinzugefügt, z. B. Pflanzenschutzmittel oder Traktoren. Wenn diese ausschließlich aus Ressourcen v o n a u ß e r h a l b der Region bestehen, wird die Einführung von Ausbildungsprogrammen sich nur durch den Fall 1 im Modell abbilden.
Häufig wird Fall 3 aber als Folge oder gleichzeitig mit den Fällen 1 und 2 auftreten.

ad (4.) Neue Produktionsprozesse können in zweifacher Form entstehen:

(a) durch Einführung von neuen agrarischen Anbauprodukten oder
(b) durch Einführung eines Dienstleistungsprozesses wie "Ausbildungsprogramme" selbst oder ähnlicher "Zwischenprodukte" wie Verkehrsleistung und Traktorleistung.

In welchen Fällen wird die Einführung eines Dienstleistungsprozesses wie "Ausbildungsprogramme" als neue Spalte, in welchem Fall lediglich als neue Zeile in das I-O-Tableau eingefügt?

Wenn die primären Input-Faktoren für das landwirtschaftliche Ausbildungsprogramm fast ausschließlich von außerhalb der Region kommen, wird man es nur als Zeile berücksichtigen, z. B. als "Ausbildungsstunden

pro Saison". Das wird der Fall sein, wenn es sich um ein kleines Projekt handelt und/oder wenn ein Projekt noch am Anfang steht. Andernfalls aber wird das Projekt auch Ressourcen von innerhalb der Region in Anspruch nehmen. In diesem Fall ist es theoretisch befriedigender, es auch als Spalte der I-O-Tabelle zu verzeichnen und die einzelnen verbrauchten Primärfaktoren (wie Arbeitskraftbedarf oder Anbaufläche von Mustergütern) gesondert zu erfassen.

Meistens werden die vier Veränderungen kombiniert abgebildet werden. Die Fälle 3 und 4 werden umso häufiger auftreten, je größer eine Komplementärinvestition und je länger sie wirksam ist.

(III) Grenzen der Übersetzung von soziologischen und politischen Faktoren in ökonomische Variablen

Das ISRAEL-Modell macht eine Reihe von Vorschlägen, wie die relativ vollständig meßbaren soziopolitischen Variablen in Produktion oder Einkommen übersetzt werden können. Diese Übersetzung ist beinahe eine Kunst, die dem Ökonomen in Zusammenarbeit mit Soziologen und Anthropologen viel Raum für Einfallsreichtum und Intuition läßt.

Wo die Grenze der Übersetzbarkeit liegt, mit andern Worten, welche Wirkungen man noch in Geldwerten ausdrücken kann, welche nur noch in physischen Einheiten und welche lediglich mit Worten zu beschreiben sind, ist schwer zu entscheiden und wird weiter unten im Abschnitt über die Kosten-Wirksamkeits-Analyse zu beantworten sein.

ISRAEL geht relativ weit in dem, was er als in Wertschöpfung übersetzbar ansieht. Das liegt daran, daß das Modell vor allem für den Gebrauch der Weltbank bestimmt ist. Dort wird, wie bei allen privatwirtschaftlichen Finanzierungsinstituten, hauptsächlich nach dem internen

Zinsfuß einer Investition entschieden. (Planungsministerien für die wirtschaftliche Entwicklung, die keine Gewinn- und Verlustrechnung vorlegen müssen, haben es da einfacher.) Andere nicht-ökonomische Kriterien, in einer guten Kosten-Wirkungs-Analyse zusammengefaßt und gewichtet, haben bei Entwicklungsbanken noch keinen Eingang gefunden. Die Forschungsabteilungen der Weltbank haben aber erste Versuche gemacht, ihre Evaluierungsmethodik auf diesem Gebiet zu erweitern.

II.A.5. Beurteilung des LP-Modells von ISRAEL

Im folgenden wollen wir die Vor- und Nachteile des LP-Ansatzes anhand von einigen seiner Eigenschaften darstellen.

1.) Hoher Grad von Disaggregation

Wegen seines hohen Grades von Disaggregation stellt das Modell die theoretisch beste Verbindung zwischen dem Transportsektor und den anderen ökonomischen Sektoren dar, die wir kennen. Alle Vorgänge werden auf mikroökonomischem Niveau abgebildet; je weiter die Produktionsfaktoren disaggregiert werden, desto mehr gemeinsame, gegenseitig austauschbare Produktionsfaktoren gibt es im Transportsektor und in den produktiven Sektoren und desto besser wird die Wirkung von Änderung im Transportsektor auf die anderen Sektoren abgebildet. Das Modell ist mit anderen Worten exakt in dem Ausmaß, wie die physischen Inputs, die im Verkehrssektor benutzt werden, übereinstimmen mit denen, die in den produktiven Sektoren benutzt werden.

Wenn man die Faktoren, die im Transportsektor freigesetzt werden, nicht gleichzeitig in den Sektoren der Endnachfrage benutzen kann, muß man sie verkaufen gegen neue Produktionsfaktoren, die den Output erhöhen helfen; z. B. verkauft man in unserem Falle Zugtiere als Schlachtvieh und kauft dafür Saat-

gut und Düngemittel ein. Damit das Modell diesen Vorgang abbilden kann, müssen die neuen Inputs in die Input-Output-Matrix aufgenommen werden können. Je leichter solche Änderungen möglich sind, desto besser ist das lineare Planungsmodell.

Der Nachteil des geringen Grades von Aggregation ist natürlich der, daß viele Daten beschafft werden müssen. Der geringe Grad von Aggregation ruft also auf der anderen Seite Probleme der Datenbeschaffung hervor, wie wir sie im Teil III.D. behandeln.

2.) Das Modell hat alle Vorteile der linearen Optimierungsmodelle, vor allem den, daß alle Größen sich gleichzeitig ändern, wenn eine Größe sich ändert. Dadurch können Alternativrechnungen schnell durchgeführt werden, und alle Größen können gleichzeitig optimiert werden. Der Nachteil des LP-Modells ist folgender: es ist nur komparativ statisch anwendbar und hat keinen Rückkoppelungs-Mechanismus wie die iterativen Transportmodelle.

3.) Lineare Produktionsfunktionen vom Typ Leontief

Die Qualität des Modells ist relativ gering für die Fälle, daß Änderungen in den Produktionsfunktionen eintreten. In der primitiven Agrartechnik wird man oft zwischen einigen Produktionsfaktoren substituieren können. Die Substitution innerhalb eines Jahres kann man hier nur berücksichtigen, wenn man eine neue Input-Output-Tabelle für die alternative Produktionstechnik, welche im Jahre t angewandt wird, aufstellt. Im allgemeinen kann angenommen werden, daß sich die Produktionsfunktion mittelfristig, z. B. bei t+5, in sehr unterentwickelten Regionen noch nicht wesentlich höherentwickelt. Dadurch wird also die Anwendbarkeit der linearen Produktionsfunktionen nicht wesentlich beeinträchtigt. Es kann aber vorkommen, daß schon innerhalb eines einzigen Jahres die Produktionsfunktion durch Substitution nicht mehr stimmt, wenn man nur eine einzige Input-Output-Tabelle für das Jahr t benutzt.

Man sollte daher z. B. vier ähnliche Input-Output-Tabellen haben; je zwei alternative Tabellen für das Jahr t und je zwei für das Jahr t+5, falls sich bis dahin voraussichtlich die Produktionstechnik erheblich gewandelt hat. In diesen Tabellen ändern sich nur die Input-Koeffizienten der Faktoren, die rasch auf technische Erneuerungen reagieren.

Der große Vorteil des linearen Optimierungsprogrammes besteht natürlich darin, daß man kostengünstig eine alternative Lösung zur Produktionsmaximierung einer Subregion errechnen kann.

4.) Das Problem der Realitätsnähe

Häufig wird eingewandt, ein solches Modell sei einseitig auf die Maximierung der Wertschöpfung ausgerichtet und sei daher realitätsfern. Dieses Argument muß genau betrachtet werden, denn es trifft nur begrenzt zu. Das Modell kann nämlich umso realistischer gemacht werden, je mehr Nebenbedingungen man einführt. Dies ist ein fast kontinuierlicher Vorgang, und darin besteht gerade die Kunst bei der Anwendung des Modells. Allerdings erfordert dies viel Arbeit.

Wir wollen das an einem Beispiel zeigen:

Der Planer kann z. B. fordern, daß die Unterbeschäftigung von gelernten Arbeitskräften 20 % nicht übersteigt. Er wird dann die Zahl der Nebenbedingungen im allgemeinen Modell noch um eine weitere erhöhen:

(2) $a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + a_{23} X_3 + a_{24} X_4 + a_{25} X_5 \leqq 25.000$

(2a) wird ergänzt durch $3 X_5 \begin{cases} \leqq 25.000 \\ \geqq 20.000 \end{cases}$

Wenn der Planer Vollbeschäftigung wünscht, (weil die Ausbildungskosten für die gelernten Arbeitskräfte besonders hoch waren), so kann er schreiben

(2b) $3 X_5 = 25.000.$

In ähnlicher Weise können in kleinen Schritten viele Anpassungen gemacht werden; z. B. könnten einige entscheidende Variablen, die stark vom Zufall abhängen, durch optimistische und pessimistische Schätzungen ergänzt werden. Schließlich könnte das gesamte Modell zu einem Modell der Risikoanalyse erweitert werden. Damit verliert das pauschale Argument, das Modell sei zu idealistisch auf Maximierung der Wertschöpfung ausgerichtet und entspräche nicht dem Verhalten der Kleinbauern, graduell an Bedeutung.

5.) Probleme der Datenbeschaffung

Wegen des geringen Grades von Aggregation braucht das Modell eine große Zahl von Daten. Dies ist einer der größten Nachteile. Eine spezielle Schwierigkeit ist die folgende: alle Daten, die man aus Vergleichsregionen übernehmen könnte, werden im allgemeinen in etwas höherem Aggregationsgrad vorliegen. Man muß sie deshalb disaggregieren, um sie für das Modell verwendbar zu machen. Transportkostenersparnisse werden in unserem LP-Modell nicht in Geldwerten gemessen, sondern in physischen Mengen von Input-Faktoren und, davon getrennt, in Stück-Kosten für diese Faktoren. Falls darüber keine Einzeldaten vorliegen, müßte man sie eigens für das LP-Modell erheben.

Noch schwieriger wird es, wenn man noch höher aggregierte Daten aus Vergleichsregionen übernehmen will. Weiß man z. B., daß das vegetative Wachstum der Wertschöpfung in der Vergleichsregion 3 % pro Jahr beträgt, so muß man diese Zahl in zahlreiche Untervariablen übersetzen, um sie dem Modell nutzbar zu machen:

(a) Wachstum in der Gesamtmenge der Input-Faktoren
(b) Änderung der Input-Koeffizienten
(c) Änderung der Input- und Output-Preise.

Dieser Übersetzungsvorgang kann viel Arbeit bedeuten. Dadurch kann es vorkommen, daß der Mindestbedarf an Daten, der notwendig ist, um das Modell überhaupt zum Laufen zu bringen, zu

groß ist für relativ kleine LZS-Projekte. Benötigt werden folgende Angaben:

1.) Preise von etwa 5 - 7 Input-Faktoren
2.) Preise von etwa 4 - 6 Endprodukten und dem Zwischenprodukt Transportleistung
3.) Produktionsfunktionen für z.B. 3 Produktionstechniken bei jedem Produktionsprozeß (falls rasche Entwicklung zu erwarten ist)
4.) Maximale Gesamtmenge der verfügbaren Produktionsfaktoren
5.) Bedingungen, die die Angebotskurve für Verkehr bestimmen.

Im günstigen Falle sollten diese Daten sogar für jedes Jahr oder jede Anbausaison vorhanden sein. Exogene Änderungen in allen diesen Faktoren sollten ebenfalls durch die Daten wiedergegeben werden. Wenn weniger Daten vorhanden sind, als die oben genannten, wird das Modell bis über ein Mindestmaß von Zuverlässigkeit hinaus vereinfacht.

Hat man keine Daten aus Vergleichsregionen, so ist es auch schwierig, Datenschätzung von Experten machen zu lassen; denn diese haben häufig eine größere Fähigkeit, höher aggregierte Daten zu schätzen, als sehr detaillierte. Andererseits kann das Modell selbst dabei helfen, den Prozeß der Datenbeschaffung zu erleichtern. Es kann nämlich leicht ausrechnen, welche Daten am ehesten beschafft werden müssen. Dazu muß man nur eine Sensibilitätsanalyse machen, welche bestimmt, welche der Input-Daten die Ergebnisse am meisten verändern.

5.) Praktische Hindernisse für die Anwendung des Modells

Es kann vorkommen, daß die Zeit und die Kosten für die Beschaffung der Daten zu groß sind, als daß sich das Modell für die Evaluierung von kleinen einzelnen LZS-Projekten verwenden ließe. Hier kann man sich dann damit behelfen, indem man die Evaluierung für eine größere Anzahl, z. B. 10 - 20 ähnliche LZS-Projekte, durchführt und die Kosten aufteilt.

Eine zweite Schwierigkeit wurde hauptsächlich vom Personal der Weltbank genannt: selbst bei der Weltbank gibt es noch keine ausreichende große Zahl von Experten, die mit dem Modell angemessen umgehen können. Hier könnte nur ein Schulungsprogramm für den Gebrauch von linearen Planungsmodellen helfen. Vor allem müßte gelehrt werden, wie man das theoretische, ideale Optimierungsmodell anpaßt an die wirklichen Verhältnisse, in denen die Faktoren in den meisten Fällen erheblich unter dem Optimum kombiniert werden. Dies geschieht auf doppelte Weise:

a) es muß gelehrt werden, wie man die soziologischen und institutionellen Bedingungen in die Variablen des Modells einbauen kann;
b) wie man die theoretische Zielfunktion (Maximierung der Wertschöpfung) ergänzen kann durch Nebenbedingungen wie folgende:
   das Wachstum der kultivierten Fläche pro Jahr wird z. B. auf 5 % begrenzt, weil die ländliche Bevölkerung selbst mit Schulungsprogrammen nicht bereit ist, mehr als z. B. 8 Prozent neues Land zu bewirtschaften. Das Wachstum der Arbeitsleistung pro Jahr wird auf z. B. 4 Prozent begrenzt, weil sie nicht bereit ist, mehr Arbeitsleistung anzubieten, auch wenn die Zahl der Arbeitsplätze überproportional steigt.

Bei der Diskussion des ISRAEL-Modells wurde oft von Praktikern der Einwand gemacht, daß manche Verhaltensweisen der Bevölkerung in unterentwickelten Regionen so grundsätzlich dem Optimierungsgedanken zu widerlaufen, daß sie auf keine Weise in das Modell eingebaut werden könnten. Die Abweichungen zur Realität seien dann zu groß, als daß sich genauere Berechnungen überhaupt noch lohnten. Dieser Einwand ist ernst zu nehmen. Das Modell hat dann nur noch einen Wert, wenn es nicht allein zu einer einmaligen Evaluierung am Anfang der Investition verwandt wird, sondern auch in späteren Jahren immer wieder auf neuesten Stand gebracht und als Planungsmodell für die umfassende Entwicklung einer agrarischen Region benutzt wird.

Das Modell hat einen besonderen Vorteil, den die üblichen Modelle zur Evaluierung von LZS nicht besitzen: es kann soziale und institutionelle Faktoren in relativ großem Maße in die Evaluierung einbeziehen und in Wertschöpfung übersetzen, z. B. kann die Verminderung von extremer Unterbeschäftigung von menschlicher Arbeitskraft ein wichtiges Ziel neben der Maximierung der Wertschöpfung sein. Da das LP-Programm gleichzeitig die Unterbeschäftigung mitberechnet, können durch Alternativrechnungen mehrere Kombinationen von Unterbeschäftigung und Wertschöpfung rasch ausgerechnet und dem Entscheidungsträger vorgelegt werden. Ein Team von Experten würde dann z. B. bewerten, welche Kombination der Werte von beiden Zielen den höchsten Nutzenindex hat.

7.) Abschließendes Urteil

Abschließend können wir unser Urteil wie folgt zusammenfassen. Das Modell von ISRAEL gibt einen theoretischen Hintergrund für die Erklärung von höher aggregierten komplexen Modellen, wie dem von HARVARD oder auch von einfachen z. B. geometrischen Modellen, wie dem von WALTERS. Soweit wir sehen, bietet es die theoretisch zufriedenstellendste Erfassung der Zusammenhänge zwischen dem Transportsektor und den produktiven Sektoren.
Er erlaubt soziologische und institutionelle Wirkungen in die Bewertung in einem Maße einzubeziehen, wie kein anderes Modell es kann. Deshalb haben wir es auch in dieser Ausführlichkeit dargestellt und interpetiert.

Wenn die Wertschöpfung nicht allein das Resultat der Verkehrsinvestition, sondern eines gesamten Investitionsprogrammes betrachtet wird, so kann man einen großen Teil der Daten, die schon für die Evaluierung des Verkehrssystems gesammelt werden müssen, gleichzeitig auch als Daten für die Evaluierung der komplementären Investitionen benutzen; dadurch werden Zeit und Kosten erspart.

Das LP-Modell ist besonders geeignet für folgende Fälle:

1.) wenn ein gesamtes Programm von landwirtschaftlichen Straßen geplant ist, so daß die Evaluierungskosten pro Projekt sinken;

2.) wenn komplementäre Investitionen zu den Verkehrsprojekten hinzukommen;

3.) wenn die Entwicklung einer homogenen Region über eine längere Periode hindurch gesteuert werden und nicht nur eine einzige Evaluierung am Anfang gemacht werden soll.

Einige der jetzigen Schwierigkeiten dürften in Zukunft ganz oder zum Teil überwunden werden können.

Das ISRAEL-Modell ist bisher für einige ex-post-Evaluierungen verwandt worden; die Schwierigkeiten der Datenbeschaffung und der Mangel an ausgebildetem Personal sind bisher zu groß gewesen. Wir werden deshalb im Teil III. versuchen, ein einfacheres Modell für Straßen der Fälle II und III zu entwickeln.

II.A.6. Erster Vergleich zwischen den beiden Methoden der Kostenersparnisse und ihrem Verhältnis zur Methode des Produktionszuwachses

Nach dieser Veranschaulichung der Methode des Produktionszuwachses versuchen wir nun, unsere Erkenntnisse in unser Grundschema des Abschnitts I.A.3 einzuordnen und fragen: In welchem Verhältnis stehen die Nutzenkomponenten $B_1 + B_2$ aus der Messung der Konsumentenrente zu denen aus dem Schema von HARRAL, insbesondere zum Produktionszuwachs?

Im Schema von HARRAL werden zunächst keinerlei Nutzenkomponenten gemessen, die aus Konsumenten- oder Produzentenrenten bestehen. Lediglich die tatsächlich kostenrechnerisch erfaßbaren Kostenersparnisse werden gemessen, wie

- Betriebskosten
- Instandhaltungskosten
- Zeitkosten,

um die wichtigsten zu nennen.
Diese werden mit dem normalen Verkehr multipliziert und ergeben B.1.
Bei diesen Vergleichen zwischen der KR- und der PZ-Methode wird vorausgesetzt, daß nach der Methode der Konsumentenrente nur die ökonomischen Nutzen gemessen werden (vgl. die Ausführungen in Abschnitt I.A.3.d.).

Das Messverfahren gemeinsam mit vier Nutzenkomponenten aus Abschnitt I.A.3.,((B.2) + (B.3) + (B.4) + (B.5)), ist wesentlich detaillierter als das der Konsumentenrente, soweit es einfach geometrisch das Dreieck B_2 berechnet, wobei der induzierte Verkehr nur relativ grob geschätzt wird.

Wie wir in Abschnitt I.A.3. gezeigt haben, braucht auch die Schätzung der Komponenten (B.2) bis (b.5) schon große Teile der Daten und Berechnungen, die zu einer vollständigen Berechnung der Wertschöpfung führen. Das gleiche können wir auch für die Berechnung von B_2 vermuten.

Wir vermuten also, daß beide Methoden der Kostenersparnisse, die traditionelle der "kostenrechnerischen Kosten" und die der Konsumentenrente, nur zwei abgekürzte Formen der Methode des Produktionszuwachses sind.

Schon jetzt läßt sich außerdem annehmen:
Beide Methoden der Kostenersparnisse können stufenlos erweitert werden zur PZ-Methode. Beide sind umso genauer und vollständiger, je mehr Elemente der vollständigen PZ-Methode sie enthalten.
Diesen Fragen werden wir im Abschnitt III.A. nachgehen. Zunächst müssen wir uns noch ausführlicher mit der Prognose des Verkehrs in ländlichen Regionen beschäftigen.

II.B. Die Beurteilung von Verfahren zur Prognose des Verkehrsvolumens

Einleitung

Bei der Untersuchung der KR-Methode stellt sich heraus, daß ihr großer "Pferdefuß" die Prognose des zukünftigen Verkehrs ist. Bei der PZ-Methode ist dies ein integrierter Teil, der einen großen Aufwand bedeutet. Bei der KR-Methode ist das ein gesonderter Teil, aber er wird nur zu oft verharmlost und ohne Rückkoppelung auf die Höhe der Transportkostenersparnisse betrachtet. Der KR-Ansatz zur Verkehrsprognose ist also meist zu einfach, der PZ-Ansatz oft zu aufwendig. Wir prüfen daher, ob es vereinfachte Verfahren zur Verkehrsprognose in l ä n d l i c h e n Entwicklungsregionen gibt, durch die man die KR-Methode verbessern kann und daher in gewissen Fällen nicht schon aus diesem Grund zur aufwendigen PZ-Methode überwechseln muß.

Die Prognose des Verkehrsvolumens für die Lebensdauer von Strassen in agrarischen Entwicklungsräumen (LZS) ist, wie auch bei allen anderen Straßen, der schwierigste Teil der Evaluation. Dazu werden in der Verkehrsliteratur grundsätzlich drei Methoden angegeben.

1. Man versucht, die Angebots- und die Nachfragekurven für den Verkehr in den einzelnen Jahren der Lebensdauer der Straße aus vielen Basisdaten zu bestimmen und bringt diese dann graphisch oder auf analytischem Weg zum Schnitt. Iterationen gibt es dabei im allgemeinen nicht. Der schwierigste Teil dabei ist: die Nachfragekurve zu prognostizieren. Dieses Verfahren stellen wir erst im Abschnitt III.A.2. bei der Kritik der Methode der Konsumentenrente dar.
2. Man benutzt Computermodelle, die im Simulationsverfahren mit Iterationen das zukünftige Verkehrsvolumen für jede Verbindungsstrecke eines Verkehrsnetzes prognostizieren.

Das betrachten wir im Abschnitt II.B.2.

3. Man benutzt ökonometrische Verfahren zur Schätzung der Nachfragekurve nach Verkehr mit Hilfe der linearen Regression. Diese Verfahren untersuchen wir im folgenden Abschnitt II.B.1.

Man kann nach anderen, spezielleren Kriterien auch mehr Prognoseverfahren unterscheiden. VOIGT teilt z. B. in 8 Verfahren zur Prognose des Verkehrsvolumens auf[1]. Wir wollen sie jedoch alle auf diese drei Verfahren zurückführen, indem wir die Kriterien allgemeiner fassen.

Zu diesem Abschnitt soll geprüft werden, wie weit die beiden letzteren Verfahren für unsere Fälle II und insbesondere III (LZS) geeignet sind.

II.B.1. Die Beurteilung von Modellen der Regressionsanalyse

Kann man Regressionsmodelle benutzen, um Prognosemodelle für die Nachfrage nach Transport in ländlichen Regionen zu machen? Wir fragen insbesondere: Kann man ein Modell wie das von GERALD KRAFT benutzen, welches WOHL/MARTIN in kompakter Form beschrieben haben?[2] Wir geben zunächst eine kurze Beschreibung des Modells nach WOHL/MARTIN.

---

1) VOIGT, Fritz: Theorie der regionalen Verkehrsplanung - Ein Beitrag zur Analyse ihrer wirtschaftlichen Problematik, Berlin 1964.

2) WOHL, Martin und MARTIN, Brian V.: Traffic Analysis ..., S. 39-47. Dort findet sich die beste Kurzfassung dieses Modells; wir übernehmen sie daher.

Das KRAFT-Modell rechnet eine Mehrfach-Regression zwischen Transportnachfrage und unabhängigen Variablen, wie:

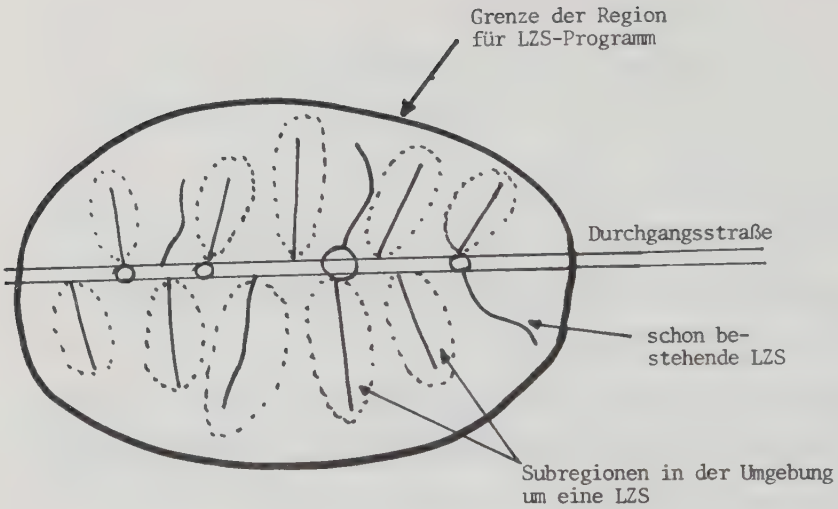
(1) Preis für den Transport eines Verkehrsmittels (z. B. Strasse)
(2) Preis des konkurrierenden Verkehrsmittels (z. B. Eisenbahn)
(3) Gesamte Fahrzeit zwischen zwei Orten mit dem Verkehrsmittel Strasse
(4) Gesamte Fahrzeit zwischen zwei Orten mit dem konkurrierenden Verkehrsmittel Eisenbahn
(5) Produkt aus den Bevölkerungen des Ursprungs- und des Zielortes
(6) Pro Kopf-Einkommen am Zielort.

Für jede dieser unabhängigen Variablen schätzt man die Nachfrage-Elastizität in Bezug auf die relative Änderung der Variablen (1) bis (6). Das Mehrfach-Regressionsmodell benutzt eine Exponentialfunktion, in welcher alle Elastizitäten als Exponent für ihre jeweiligen Variablen dienen. Die Werte für die Preiselastizitäten, Kreuz-Preiselastizitäten und die anderen Elastizitäten der Nachfrage werden geschätzt durch log-lineare Regression mit der Methode der kleinsten Quadrate.

Wir fragen nun, welches die Voraussetzungen sind, um ein ähnliches Modell in ländlichen Regionen zu benutzen.

1. Es muss eine Vergleichs-Region gefunden werden, von der die Zeitreihen oder Querschnittsdaten genommen werden können.

Ist z. b. ein Programm landwirtschaftlicher Zubringerstrassen für den Nordosten Brasiliens geplant, so könnte man eine ehemals unterentwickelte Region im Staate Sao Paulo oder Santa Catarina aussuchen. Wir nehmen an, dass das Investitionsprogramm in LZS etwa aussieht wie in Figur II.B.(1):



Figur II.B.(1): Kostengünstiges simultanes Investitionsprogramm für eine Menge von Zubringerstraßen

Das Ziel der Regressionsanalyse bestünde darin: für eine Menge von 10 LZS, die etwa die gleichen Umweltbedingungen haben, die Transportnachfrage zwischen 1975 und 1985 vorauszusagen. Die Kosten für die Prognose können wegen der teueren Datenerfassung erheblich sein; sie können in diesem Falle durch 10 dividiert werden und helfen damit, die Evaluationskosten für die einzelnen Projekte besser zu rechtfertigen.

Wie müßte eine angemessene Vergleichsregion aussehen? Sie müßte zum Beginn der Zeitreihen die gleichen Werte aller relevanten Determinanten aufgewiesen haben, welche die Region in Nordost-Brasilien 1974 hat. Außerdem müßte ein ähnliches LZS-Programm gebaut worden sein, wie es in der Nordost-Region geplant ist.

Warum kann man nicht mit früheren Zeitreihen aus der gleichen Region im Nordosten arbeiten, in der die LZS gebaut werden sollen? Die LZS stellt unseren Annahmen nach einen derart krassen Einschnitt in den Wirtschaftsaktivitäten der Region dar, daß die historischen Zeitreihendaten, welche Aufschluß über die Lage "ohne" geben, keinen Schluß auf die Lage "mit" zulassen. Außerdem wird es allgemein schwierig sein, genügend lange Zeitreihen aus einer ähnlichen Region im unterentwickelten Nordosten selbst zu finden. Daher ist es besser, Daten aus jetzt entwickelten Räumen wie Sao Paulo zu suchen.

2. In der Vergleichsregion müssen Daten mit den folgenden Eigenschaften vorliegen:

a) Zeitreihen von 10 bis 15 Jahren (z. B. 1955 bis 1970) über 4 bis 5 Variablen. Eine Zeitreihe reflektiert das tatsächliche Transportvolumen in diesem Zeitraum (dabei tritt das Problem der Identifikation auf, d.h. festzustellen, ob diese Punkte wirklich als Transportnachfrage interpretiert werden können oder wie weit sie als Transportangebot interpretiert werden müssen). Die übrigen drei bis vier Variablen werden als sogenannte unabhängige Variablen interpretiert. Dabei müssen die üblichen ökonometrischen Voraussetzungen gegeben sein, wie z. B.

- die Auswahl der unabhängigen Variablen muß ökonomisch plausibel sein (Prüfung der Elastizitäten) und es dürfen keine wichtigen Einflussgrössen vergessen werden (R^2-Test und Durbin-Watson-Test);
- die abhängigen Variablen müssen unabhängig voneinander sein (t-Test und Korrelationsmatrix-Test gegen Multicollinearität);
- die ausgewählten Erklärungsfaktoren müssen in der untersuchten Region und Zeitperiode größere und möglichst wiederholte Veränderungen zeigen (zu prüfen durch t-Tests).

Aus der Vergleichsregion müßten z. B. Zeitreihen der folgenden Variablen vorliegen (Tabelle II.B.(1)):

Jahr	1. Verkehrsvolumen Güterverkehr	2. Durchschnitt der Marktpreise der 3 meisttransportierten landwirtschaftlichen Güter	3. Transporttarife Durchschnitt über mehrere Subregionen	4. Bevölkerung oder Pro-Kopf-Einkommen 1)
1955				
1956				
1957				
⋮				
1970				

1) kann auch evtl. gebraucht werden als Indikator für den Personenverkehr, falls dieser im Transportvolumen eingeschlossen wird.

Tabelle II.B.(1): Zeitreihen, welche theoretisch für eine Verkehrsprognose nötig wären

Die Variablen 2 bis 4 mögen in diesem Beispiel als die wichtigsten Determinanten der Transportnachfrage angesehen werden. Wir nehmen hier aus Gründen der Einfachheit an, daß die Marktpreise nicht oder nur wenig mit den Transporttarifen korreliert sind, d. h. daß die Konsumenten in der Marktregion keinen Nutzen von der Verringerung der Transportkosten-Ersparnisse haben. Wir betrachten ferner durchschnittliche Zeitreihen von fünf ähnlichen Subregionen, die als repräsentativ für alle zehn und als ähnlich zum Durchschnitt unserer projektierten LZB-Subregion angenommen werden.

Wird es oft vorkommen, daß diese Daten mit den beschriebenen Qualitäten zu finden sind? Gerade in Entwicklungsländern wird es dann besonders selten sein, wenn neben den unterentwickelten Regionen nicht gleichzeitig schon entwickelte Regionen vorkom-

men, wie z. b. in Brasilien. Studien mit Hilfe von Regressionsanalysen in städtischen Regionen zeigen, dass sogar für solche Regionen nur sehr wenige Daten bestehen. WOHL/MARTIN z. B. meinen, dass es zur Zeit keine ausreichende Zahl von brauchbaren Zeitreihen für Ausgaben für Verkehr in industrialisierten Zonen gibt . Um wieviel schwerer wird es dann in weniger entwickelten Gebieten sein, gute Daten zu finden!

Man könnte überlegen, ob Daten von einem Entwicklungsland auf ein anderes übertragen werden könnten. Das dürfte nur in den seltenen Fällen möglich sein, in denen die institutionellen Faktoren und die Organisation des Transportmarktes gleich oder sehr ähnlich sind.

Erhebung von Querschnittsdaten im Jahr der Projektevaluierung

Da häufig keine Zeitreihen existieren, gilt es zu überlegen, ob man versuchen sollte, Querschnittsdaten zu erheben. Wiederum sei ein Programm von z. B. 15 homogenen LZS zu bauen und zu bewerten. Im Umfeld einer jeden LZS herrschen annähernd die gleichen sozio-ökonomischen Bedingungen. Aus dem gesamten Gebiet des Nordostens wären ca. 20 verschiedene, voneinander unabhängige LZS-Mikroregionen zu untersuchen, die folgende Merkmale haben müssten:

(a) eine LZS-Strasse vom gleichen Typ wie die geplanten wurde gebaut;

(b) die sozioökonomischen Bedingungen vor dem Bau waren in jeder der 20 Subregionen die gleichen wie in der Projektregion, sowohl in jeder Subregion selbst als auch in ihrer ökonomischen Umgebung;

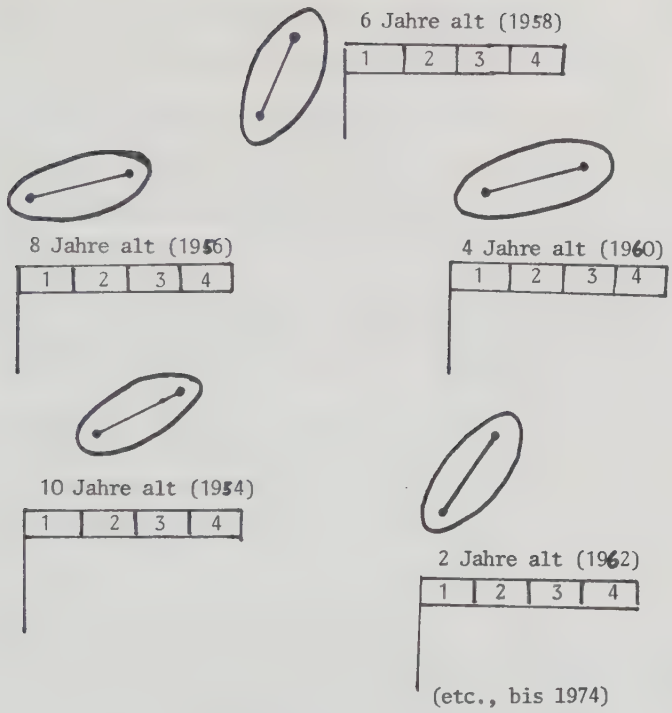
(c) um eine relativ breite Streuung aller Variablen zu erhalten, müsste der Beginn des Strassenbaus in jeder Subregion zeitlich auseinanderliegen. Als ideales Beispiel sei angenommen, dass die erste Strasse im Jahre 1954 gebaut worden sei, und die Abstände im Beginn des Strassenbaus ca. 1 Jahr gewesen seien.

Obwohl diese Daten im Querschnitt von 1974 gewonnen wurden, hätten sie den Vorteil der Zeitreihen, dass die Veränderungen in jeder der Variablen wahrscheinlich so gross wären, dass signifikante Regressionskoeffizienten entstünden. Ausserdem wäre die Verteilung jeder Variablen um diesen Mittelwert gleichmässiger als in einem Experiment, wo jeweils mehrere Strassen, die zum gleichen Zeitpunkt gebaut wurden, verglichen würden; man würde also Punktehäufungen vermeiden können. In jeder der 20 Mikroregionen werden nun im Jahre 1974 die Daten über die vier Variablen erhoben, die auch für die Zeitreihen hätten erhoben werden müssen:

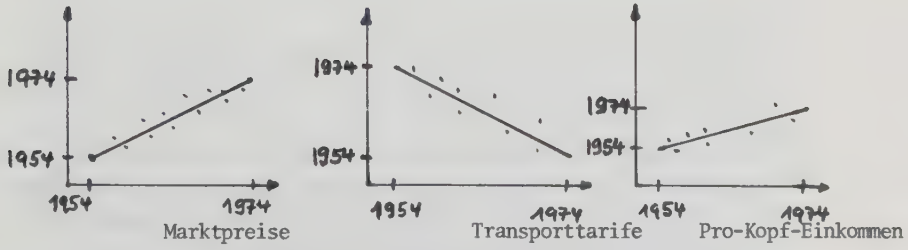
(1) Verkehrsvolumen
(2) Durchschnitt der Marktpreise
(3) Transporttarife
(4) Bevölkerung oder Pro-Kopf-Einkommen.

Schematisch sieht das wie folgt aus (vlg. Figur II.B.(2) auf der nächsten Seite). Der Nachteil eines solchen Verfahrens wäre jedoch, dass es fast unmöglich wäre, 20 Subregionen zu finden, die zu Beginn des Baues die gleichen Ausgangsbedingungen gehabt hätten, und in denen die Einflüsse von aussen in den Jahren danach die gleichen gewesen wären. Im Jahr des Baus dieser Strassen mögen die Daten, -im Rahmen einer Projektevaluierung-, noch vorhanden gewesen sein. In den Jahren danach aber existieren höchst wahrscheinlich keine Daten, und daher könnte eine Konstanz oder gleiche Veränderung der Einflüsse von aussen nicht verfolgt werden.

Ein damit verwandtes Problem ist folgendes: ein Boom in den Preisen für das Produkt 1, das in allen Regionen angepflanzt wird, könnte in den Jahren 1958 bis 1960 stattgefunden und sowohl Verkehrsnachfrage als auch Pro-Kopf-Einkommen und möglicherweise den produktiven Kapitalstock erheblich angehoben haben. Er hätte jedoch nicht die LZS-Subregionen betroffen, die nach 1960 gebaut wurden. Daher wären die Einflüsse von ausserhalb der Regionen nicht mehr dieselben. Die mangelnde Vergleichsbarkeit der Stichprobe, die sich dadurch ergäbe, könnte zwar vermieden werden, indem man nur Strassen auswählt, die im etwa gleichen Jahr gebaut wurden, z.B. 1960-1962. Dann wäre jedoch die Forderung



a) Transportvolumen Transportvolumen Transportvolumen



Figur II.B.(2): Herstellung von "Daten" über die Entwicklung des Verkehrsvolumens im Jahre der Projektevaluierung

verletzt, dass die Variablen sich signifikant verändert haben müssten, damit sich ausreichend grosse t-Werte für die Regressionskoeffizienten ergäben.

4. Es gibt einen grundsätzlichen Einwand, weswegen Regressionsanalysen in der beschriebenen Art für unsere Zwecke von LZS nicht geeignet erscheinen:

Der Transport in ländlichen Regionen besteht in den Fällen II und III unserer Klassifikation zum großen Teil aus Güterverkehr; Personenverkehr spielt nicht so eine große Rolle wie im KRAFT-Modell. Außerdem sind die wirtschaftlichen und Produktionsverflechtungen in diesen Fällen viel einfacher und übersichtlicher als in industrialisierten Zonen wie beim Modell von KRAFT. Daher ist ein aggregiertes Modell nicht so nötig; disaggregierte Modelle werden häufig bessere Prognoseverfahren bringen.

Güterverkehr folgt ökonomischen Gesetzen in größerem Masse als Personenverkehr, denn er wird vorwiegend bestimmt durch Preisunterschiede auf den Absatzmärkten, durch Produktionsfunktionen und durch ähnliche, vorwiegend ökonomische Grundlagen der Gewinnmaximierung. Anders der Personenverkehr: selbst in unterentwickelten Regionen (und deutlicher noch in industrialisierten Zonen) folgt er häufig nicht-ökonomischen Variablen. Die Gesamtheit der Erklärungsfaktoren für den Güterverkehr dagegen kann man relativ leicht in eine Hierarchie bringen und damit die Güter-Transportnachfrage berechnen. Dies haben wir später auch bei unserem Vorschlag versucht.

Vergleicht man das Flußschema Nr. 2 der Einflußfaktoren in Abschnitt III.B.2. mit dem Verfahren der Regressionsanalyse, so stellen sich folgende Fragen: Weshalb sollte man nur drei aggregierte Erklärungsfaktoren mit all den beschriebenen Eigenschaften in ihren Zeitreihen oder Querschnittsdaten benutzen, wenn es möglich ist, aus der Projektregion selbst eine Reihe von Daten mit wesentlich größerem Disaggregationsgrad zu bekommen?

Da im Verkehrswesen, speziell im Güterverkehr, relativ klare und strenge technische und ökonomische Zusammenhänge

analysierbar sind, und da die ökonomische Verflechtung in einer unterentwickelten ländlichen Region noch relativ einfach ist, scheint es gerechtfertigt, viele disaggregierte Einflußfaktoren statt weniger aggregierter zu verwenden.

Aus all diesen Gründen kommen wir zu dem Ergebnis, daß die Regressionsanalyse zwar ein theoretisch gutes Instrument für die Prognose der Verkehrsnachfrage in urbanen Regionen ist; sie mag sogar besser sein als die disaggregierten Simulationsmodelle mit ihrem gewaltigen Datenbedarf. Das HARVARD-Modell ist eines der besten Beispiele dafür. Aber für die Anwendung in ländlichen Regionen mit "billigen" Straßen ist sie so gut wie nirgendwo anwendbar. Dieses Ergebnis wird bedeutsam werden im Teil III.A., wo wir untersuchen, welche Rolle der induzierte Verkehr bei der Wahl der Evaluierungsmethode spielt.

II.B.2. Sind Simulationsmodelle mit Iterationsverfahren für die Verkehrsprognose auf Straßen in agrarischen Entwicklungsregionen geeignet?

Die meisten der Modelle, welche durch Computer-Simulation mit Hilfe von Iterationen die Nachfrage auf einer neuen Strecke prognostizieren, behandeln sie in einer relativen und nicht absoluten Weise. Das soll heißen: Veränderungen in den Verkehrstarifen eines der Verkehrsmittel (z. B. Straßen im Vergleich zu Eisenbahnen) ändern lediglich die Aufteilung des Verkehrsvolumens unter die verschiedenen Verkehrsträger. Beispielsweise zieht die Straße mehr Personenverkehr an, die Eisenbahn dagegen verliert an Personenkilometern; oder die Straße A verliert zugunsten der neuen Straße B, während das Volumen der Eisenbahn unberührt bleibt. Die gesamte Nachfrage nach Personenverkehr zwischen zwei oder mehr Orten wird dagegen in diesen Model-

len als konstant angenommen, zumindest innerhalb eines Jahres oder einer längeren Periode.

Das Hauptziel der ländlichen Zubringerstraßen (LZS) ist aber gerade, das Verkehrsaufkommen von sehr geringem Niveau (Ochsenkarren) innerhalb von wenigen Jahren durch Einführung von motorisiertem Verkehr (Jeep oder LKW) auf ein relativ hohes Niveau zu bringen. Wachstumsraten von mehreren hundert Prozent in 10 Jahren werden dann keine Seltenheit sein, weil man beinahe bei einem Verkehrsaufkommen von Null beginnt. Also muß ein Modell für die Prognose des Verkehrsvolumens auf ländlichen Zubringerstraßen die absolute Änderung der Nachfrage erfassen können. Außerdem braucht ein LZS-Modell kein Untermodell für die Aufteilung auf verschiedene Verkehrsträger, weil in den meisten Entwicklungsregionen nur Straßenverkehr existiert.

Das HARVARD-Modell berücksichtigt rapides Wachstum dadurch, daß dem Transportmodell ein ökonomisches Modell gegenübersteht, das in jedem Jahr neue Zahlen für Angebot und Nachfrage nach exportierbaren Gütern liefert. Bei einfachen Verkehrsmodellen dagegen, die nicht einem ökonomischen Modell gegenübergestellt werden, beschränkt man sich lediglich auf folgende grundsätzliche Schritte:[1)]

1. Errechne die Transportkosten auf allen Strecken bei einem Verkehrsvolumen ohne die Verkehrsinvestition
2. Bestimme die kürzesten Wege zwischen allen Punkten oder Zonen mit der Investition
3. Gib die Angebots- und Nachfragemengen für alle Ursprungs- und Endzonen an (Origin-Destination-Table)
4. Rechne sie in Personen- und Tonnenkilometer um (Trip-generation and attraction) und verteile sie

---

1) Vgl. auch WOHL, Martin und MARTIN, Brian V.: Traffic Analysis ..., S. 130.

auf alle Ursprungs- und Empfängerzonen (O-D.Flow Table)

5. Teile sie auf die einzelnen Verkehrsträger auf (Modal split)
6. Teile die Verkehrsströme auf einzelne Strecken auf
7. Errechne das Verhältnis Volumen/Kapazität jeder Strecke und damit die neuen Transportkosten (Volume-capacity ratio)
8. Beginne die erste Iteration oben bei 1.: Berechnung der Verkehrsströme auf allen Strecken mit den n e u e n Werten für die Transportkosten m i t der Verkehrsinvestition.

Aus dieser Iteration folgen theoretisch neue Angebots- und Nachfragekurven, welche die Verstopfung auf allen Strecken berücksichtigen. Im Simulationsmodell werden jedoch im Verlaufe der Iteration keine Kurven errechnet, die viele Punkte der Nachfragekurve getrennt von vielen Punkten der Angebotskurve bestimmen und dann auf analytischem Wege zum Schnitt bringen; vielmehr werden Angebots- und Nachfragemengen bei der Iteration vermischt.

Dies wäre ein Nachteil der Simulationsmodelle, wenn man sie in einfachen Fällen, wie bei Zubringerstraßen, einsetzen wollte. (Er wird zwar durch viele Vorteile ausgeglichen, die der Nachfrage-Schätzung in einem komplizierten Verkehrsnetz gerecht werden, aber diese Vorteile sind für die LZS ohne grossen Wert.)

Weitere Gründe, die gegen die Anwendung dieser iterativen Modelle sprechen, sind die folgenden:

- Sie sind konzipiert für komplexe Verkehrssysteme - ursprünglich nur industrialisierte Zonen mit dichtem Verkehrsnetz und konkurrierenden Verkehrsträgern. Das HARVARD-Modell hat sie dann zwar für das gesamte Verkehrssystem eines Entwicklungslandes angewandt, das auch

ländliche Regionen einschließt. Aber für ländliche Zubringerstraßen oder auch manche ländliche Durchgangsstraßen haben sie zu komplexe Anforderungen.
Dort gibt es laut Voraussetzung

a) keine konkurrierenden Verkehrsmittel,
b) kein komplexes Verkehrsnetz, sondern im Prinzip nur zwei Knotenpunkte mit klarer Abgrenzung zu angrenzenden Regionen, und daher auch keinen umgeleiteten und keinen Durchgangsverkehr.

Für LZS brauchen wir daher nur einen kleinen Teil der 8 Punkte der komplexen Simulationsmodelle, nämlich die Rechenvorgänge 1., 2. und 4. Dies sind in unserem zu entwerfenden LZS-Modell die 3 Hauptschritte:

- Bestimmung der neuen Transportkosten in der "Mit"-Situation
- Bestimmung der exportierbaren zusätzlichen Produktion und der dafür nötigen Importe
- Umrechnung der Export- und Importmengen auf Tonnenkilometer (und evtl. Personenkilometer).

Alle anderen Schritte sind unnötig.

Außerdem gibt es bei LZB keine Verstopfung durch Kapazitätsbegrenzung der Straße; sie wird sogar fast immer unterhalb der optimalen Auslastungsquote befahren werden. Die Transportkosten und -zeiten ändern sich damit nicht durch die Gegebenheiten der Straße, und daher ist keine Iteration nötig.

Wir kommen also zu folgendem Ergebnis:

(a) Wo Verkehrskorridore in ländlichen Regionen klar abgegrenzt sind und daher überhaupt kein Durchgangsverkehr und kein umgeleiteter Verkehr auf der Straße existiert, oder
(b) bei Korridoren, wo es zwischen Ursprungs- und Zielort

nur wenige Alternativen und wenige Querverbindungen zwischen diesen gibt, wird die Methode der iterativen Simulationsmodelle nicht so gut sein wie eine einfache Art der Schätzung von Nachfrage- und Angebotskurven, die graphisch oder analytisch zum Schnitt gebracht werden.

Im Fall (b) entsteht umgeleiteter Verkehr, der die Nachfragekurve beeinflussen kann und die Schätzung der zukünftigen Nachfrage etwas schwieriger macht. Falls nur geringer Durchgangsverkehr zwischen Ursprungs- und Zielort besteht, wie im folgenden Beispiel, kann man den Schnittpunkt zwischen beiden Kurven, d. h. das Verkehrsvolumen eines zukünftigen Jahres, immer noch auf einfachem graphischem Wege, ohne Iterationsmodelle, bestimmen; man muß nur eine kleine Variation machen.

Die Ablehnung der hier geschilderten Simulationsmodelle schließt jedoch die Anwendung anderer Arten von Computermodellen nicht aus. Wir werden später zeigen, wie Computer zur Schätzung des Produktionszuwachses zur Sensitivitätsanalyse und zur Risikoanalyse eingesetzt werden können.

II.C. Die theoretische Herleitung der Nachfrage- und der Angebotskurve für Verkehr im Modell der Konsumentenrente

Einleitung

Wenn wir vorhaben, das Modell der Konsumentenrente auf seine Anwendbarkeit in Entwicklungsregionen zu prüfen, so müssen wir es zunächst etwas verfeinern. Wollte man lediglich das Grundmodell verwenden, wie wir es in Abschnitt II.A.1. dargestellt haben, so könnten wir uns mit einer einfachen Kritik wie der von BROWN/HARRAL begnügen. Wenn wir ein verfeinertes Modell der Konsumentenrente benutzen, so wird sich herausstellen, daß wir auch die Kritik werden verfeinern müssen, obwohl sie grundsätzlich zutreffend ist. Beides wollen wir in zwei der folgenden Kapitel, II.C. und III.A., versuchen.

Zunächst wollen wir die Kritik von BROWN/HARRAL an den Grundlagen der KR-Methode erweitern: Die Analyse von Nutzen für Straßenprojekte ist auf der Grundlage der Theorie des partiellen Gleichgewichts durchgeführt worden.[1] Man hat dabei vergessen, die Annahmen zu beachten, unter denen diese Theorie stimmt. Diese Annahmen treffen häufig nicht zu für die Kurve der Verkehrsnachfrage in Regionen der Fälle II und III.

Dort liegt keine traditionelle Verkehrsnachfragekurve vor, bei der nur eine Variable, nämlich der Transporttarif, sich ändert, während alle anderen Preise und Einkommen konstant bleiben. Die Nachfragekurve nach Verkehr, wie sie allen Erörterungen zur Messung der Konsumentenrente zugrundeliegt, ist eine Kurve eines langfristigen Gleichgewichts; sie gibt die Transporttarife und das nachgefragte Verkehrsvolumen für eine Situation an, in der bereits alle Variablen der Regionalwirtschaft sich geändert und ein neues, wiederum nur temporäres Gleichgewicht gefunden haben.

Die Transportnachfrage reflektiert also in jedem ihrer Punkte alle diese Änderungen bzw. neuen Gleichgewichtswerte, insbesondere wesentliche Änderungen des Einkommens der Region.

---

1) dh. hier Gleichgewicht allein auf dem Verkehrsmarkt

Es ist richtig, daß man zwei Situationen der Kurve untersucht, z. B. die Rechtecke, die unter dem Schnittpunkt des Transporttarifs k_o und des Tarifs k_m unter der Nachfragekurve gebildet werden. Aber es ist falsch, unter der alten Nachfragekurve, die in der Situation "ohne" galt, eine Fläche wie das Dreieck B_1 zu messen, oder Flächen anderer Art, falls die Nachfragekurve nicht linear ist; denn jeder Punkt reflektiert eine Menge anderer Variablen, und dieses sind nicht mehr die der Situation "ohne", sondern sie haben sich mehr oder weniger wesentlich verändert. Deshalb muß eine neue Nachfragekurve für Verkehr geschätzt werden, und dazu ist es nötig, die Variablen zu kennen, die sie hauptsächlich bestimmen.

Wir betrachten im folgenden zunächst die Nachfragekurve, später dann die Angebotskurve für Verkehr. Daraus gewinnen wir schließlich eine Vorstellung von der tatsächlichen Form beider Kurven auf dem Markt für Verkehrsleistung in unterentwickelten Regionen.

II.C.1. Die Herleitung der Nachfragekurve für Verkehr im Grundmodell

Es läßt sich mit gewissem Recht behaupten, daß die Methode der Konsumentenrente theoretisch ein umfassenderes Maß für die Nutzen darstellt als die der Wertschöpfung[1]. Die Begründung dafür ist einfach: die Nachfragekurve für Verkehr spiegelt ja die Bereitwilligkeit der Verkehrsbenutzer wider, für die verschiedensten Effekte der Verkehrsleistung zu zahlen, nicht nur für geringeren Benzinverbrauch und Kfz-Verschleiß beim Transport einer bestimmten Menge von Güter oder Personen, - Werte, die mehr oder weniger gut auch in Wertschöpfung mit und ohne die Straße ausgedrückt werden können; sondern auch für Nutzen, die z. B. aus dem Komfort entstehen, aber nicht in materieller

1) Vgl. Abschnitt I.A.3.d.

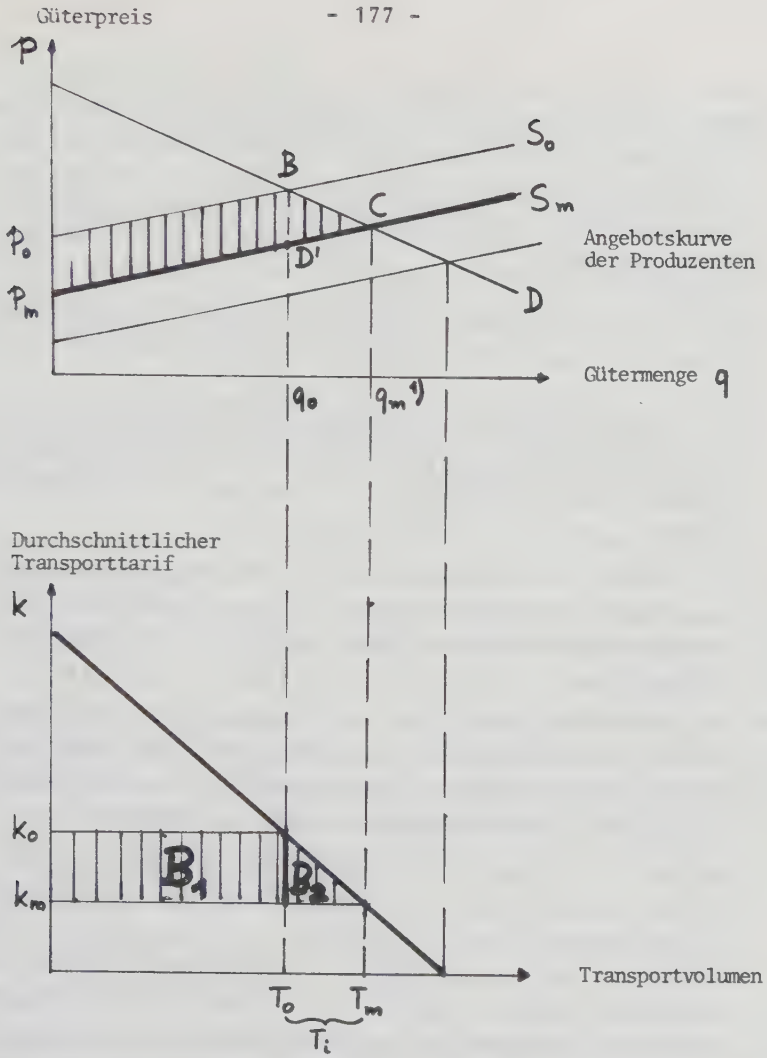
Wertschöpfung auszudrücken sind.

Es ist mit anderen Worten leicht einzusehen, daß die Maximierung der Wohlfahrt, das anerkannte Ziel der NKA, mehr bedeutet als die Maximierung der Produktion. Das Problem ist nur, wie man die Nachfragekurve messen kann, die ein solches Agglomerat von Wohlfahrtswerten verkörpert. Dies ist die zentrale Frage dieses Teils (II.C.) der Arbeit. Um sie zu erörtern, wollen wir zunächst an einem einfachen Modell zeigen, wie die Nachfragekurve für Verkehr aus der Angebots- und Nachfragekurve auf den Gütermärkten hergeleitet wird, und wie der Nutzen gemessen werden muß, falls die Verkehrsnachfragekurve sich verschiebt.

Wir veranschaulichen dies am Beispiel einer größeren Straße des Falles III, welche den Hersteller mit dem Markt verbindet, und welche eine erhebliche Verbesserung erhalten soll. Der obere Teil von Figur II.C.(1) zeigt die Nachfrage nach der Erntemenge eines Produktes einer Subregion und die Angebotskurve der Produzenten, zunächst ohne jegliche Transportkosten. S_o stellt dann die Angebotskurve für den Fall ohne die Straßenverbesserung mit den Transportkosten dar, S_m für den Fall mit ihr, d. h. einschließlich der geringeren Transportkosten.

Der untere Teil der Graphik zeigt dann die abgeleitete Verkehrsnachfrage: k_o sind wie üblich die Transportkosten pro Einheit ohne Investition, k_m mit Investition. Beide Diagramme sind im gleichen Maßstab gezeichnet. Die Effekte sind dann die folgenden:

- Die Reduktion der Betriebskosten läßt die Transporttarife von k_o auf k_m sinken.
- Dies spart dem landwirtschaftlichen Produzenten den Betrag $p_o - p_m$ pro Einheit und verschiebt seine Angebotskurve nach S_m .
- Er produziert daher statt q_o jetzt q_m.
- Die gesamte zusätzliche Produktion wird transportiert, d. h. induzierter Verkehr in Höhe von $T_m - T_o = T_i$ entsteht.



Figur II.C.(1) : Die Herleitung der Nachfragekurve für Verkehr aus den Gütermärkten

Die beiden schattierten Flächen auf dem Transport- und dem Gütermarkt stellen den Nutzen dar. Sie sind nach unseren Annahmen äquivalent und natürlich nicht additiv. Dies ist wie folgt zu erklären: nach unseren Annahmen ist die Nachfragekurve für Verkehr hergeleitet aus der Differenz zwischen der

---

1) $p_m - p_o$ stellt Nachfrage der Ärmsten Konsumenten dar, die sich erst mit Strasse den Kauf des Gutes leisten können

Angebots- und Nachfragekurve des Landwirts. Deshalb ist die Fläche unter der abgeleiteten Nachfragekurve gleich der Fläche zwischen den Kurven des Angebots und der Nachfrage des Landwirts. Es entstehen wieder das Rechteck B_1 und das Dreieck B_2 unter der Transportkurve, welche den Gesamnutzen des Projektes angeben.

Welches sind die Annahmen dieser Figur, von deren Wirklichkeitsnähe eine derartige Messung der Nutzen abhängt?

1. Die technischen Transportkostenersparnisse müssen zumindest teilweise in Form von gesenkten Verkehrstarifen weitergegeben werden. Andernfalls gibt es weder Nutzen für die Produzenten noch für die Konsumenten.
2. Die Elastizität der Angebotskurve für das landwirtschaftliche Produkt muß erheblich über Null liegen; andernfalls wird die Transportkostenersparnis keine erhebliche Mehrproduktion hervorrufen.
3. Ebenso muß die Elastizität der Nachfrage nach dem Produkt wesentlich niedriger als unendlich sein. Andernfalls fällt der Preis des Produkts nicht wesentlich, und den Konsumenten entsteht keine wesentliche Konsumentenrente.
4. Schließlich müssen wir annehmen, daß die Nutzen, die den verschiedenen Benutzern zukommen, summiert werden können, um den Gesamtnutzen zu berechnen. Nur unter dieser Annahme können die Nachfragekurven der verschiedenen Individuen aggregiert werden. Wenn dies z. B. wegen allzu großer Einkommensunterschiede von Nutzengruppen in Entwicklungsregionen nicht akzeptiert werden kann und man ihnen verschiedene Gewichte gibt, so müssen die Nutzen getrennt für jede Nachfragekurve berechnet und danach aggregiert werden. Deshalb ist diese Annahme nicht sehr einschränkend.

Wenn diese Annahmen im Einzelfall zutreffen, so kann dieses einfache Modell angewandt werden:

- auf alle transportierten Produkte
- auf verschiedene Kategorien von Personenverkehr.

Wir brauchen dann nur alle Nachfragekurven für Verkehr zu summieren (abgeleitete und originäre, wie im Fall von Personenverkehr) und erhalten die aggregierte Nachfragekurve für Verkehr. Mit dieser können wir dann die gesamten Nutzen der Verkehrsinvestition geometrisch messen.

Eine wichtige Annahme müssen wir im folgenden noch ausführlicher diskutieren. Sie zwingt zu einer Erweiterung des einfachen Modells in Richtung auf eine Verschiebung der Nachfragekurve.

5. Die Angebotskurven der Produkte, welche in der Verkehrsnachfragekurve enthalten sind, sind k u r z f r i s t i g e Angebotskurven. Denn nur diese können durch die marginalen Produktionskosten relativ einfach bestimmt werden. Nur dann kann man sagen, daß (1) die Fläche unter der Angebotskurve des Produktes den Verbrauch von Ressourcen darstellt, und daß (2) die Fläche oberhalb der Angebotskurve bis zur Nachfragekurve des Produktes die Produzenten- bzw. Konsumentenrente darstellt. Andernfalls kann man auch das Trapez $B_1 + B_2$ unter der abgeleiteten Nachfragekurve für Verkehr nicht als Nutzen interpretieren[1].

Aufgrund dieser Annahme kann das einfache Modell nur unter zwei Bedingungen angewandt werden:

(1) Wenn die Gesamt-Nachfragekurve nach Verkehrsleistung jedes Jahr gleich ist, d. h. sich nicht parallel verschiebt oder ihre Neigung ändert. Diese Kritik haben mit etwas anderer Begründung auch schon BROWN und HARRAL gemacht (vgl. Abschnitt II.A.2.).

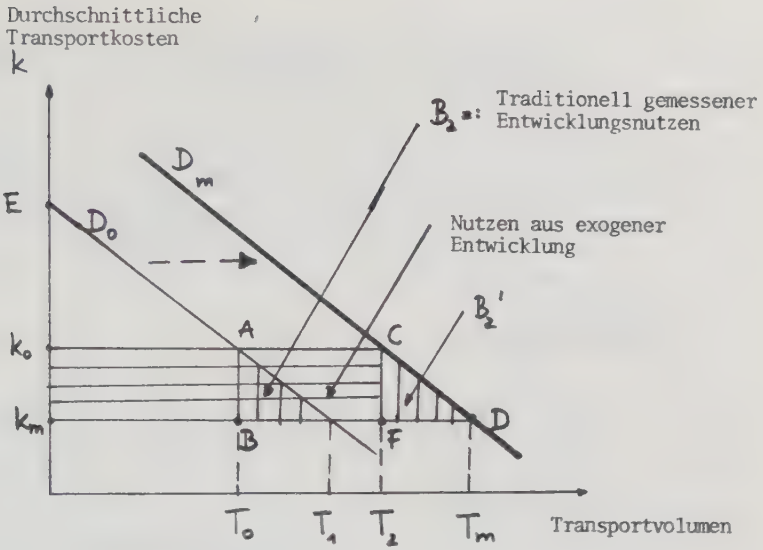
---

1) Vgl. hierzu auch MISHAN, E.J.: What is Producer Surplus?, American Economic Review, Dezember 1968.

(2) Wenn die Verschiebungen in der Kurve für Verkehrsnachfrage völlig ohne Zusammenhang mit der Verkehrsinvestition stehen, mit anderen Worten exogen sind; sie würden ebenso auch ohne die Investition entstanden sein. Was wäre die Konsequenz, wenn die Kurve sich parallel verschöbe, d.h. ihre Elastizität sich nicht wesentlich veränderte?

Es läßt sich leicht zeigen, daß dann lediglich der Nutzen, der dem normalen Verkehr zuzuschreiben ist, sich regelmäßig vergrößerte. Der Nutzen auf induzierten Verkehr, d. h. das Dreieck B_2 dagegen bliebe relativ konstant. Dieser Fall träte z. B. dann ein, wenn sich die Weltmarktpreise für ein wichtiges landwirtschaftliches Exportgut (z. B. Soja oder Kaffee in Brasilien) erheblich veränderten.

Wie würde in diesem Fall der Nutzen aussehen? Betrachten wir Figur II.C.(2a): in diesem Falle würde ein zusätzlicher Verkehr nicht nur bis T_1, auch nicht bis T_2 entstehen, sondern bis T_m. Das Dreieck B_2 würde sich verlagern zu B_2'; ein zusätzlicher Nutzen in Höhe des Rechtecks ABFC würde entstehen. Wir könnten ihn nennen: Nutzen aus exogener Entwicklung. Der gesamte Nutzen wäre das erweiterte Trapez k_oCDk_m.

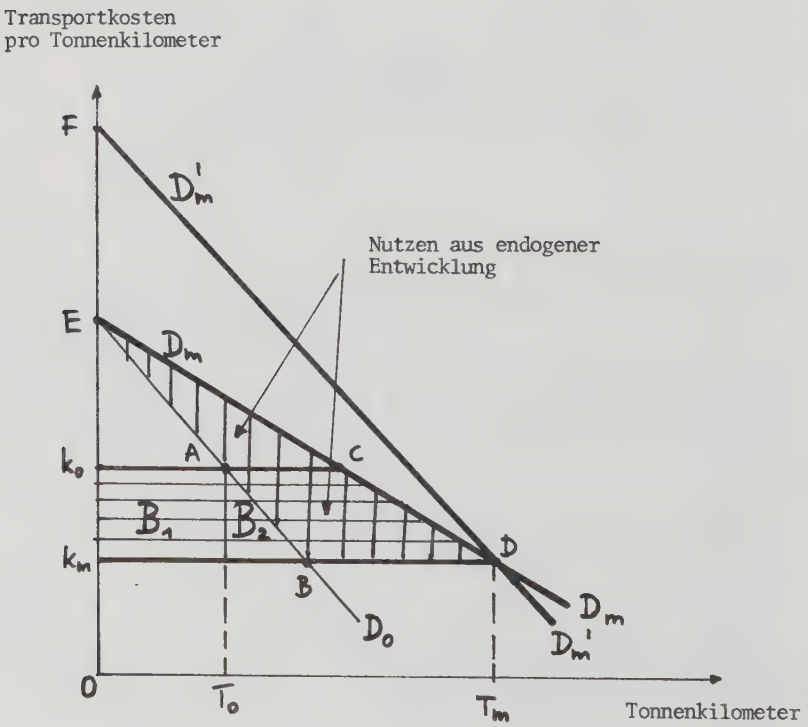


Figur II.C.(2a): Nutzenberechnung bei Verschiebung der Nachfragekurve aufgrund exogener Einflüsse

Ganz anders verhält es sich, wenn sich aufgrund der Transportkosten die Kapazitäten der betrachteten Subregion ändern und sich dadurch die Angebotskurven der transportierten Güter verschieben. Wird z. B. die Angebotskurve für ein landwirtschaftliches Gut aufgrund des vermehrten Einsatzes von Dünger und Traktoren nach rechts verschoben, welcher erst nach der Straßeninvestition möglich war, so ist dies eine "endogene" Verschiebung, d. h. eine, die teilweise der Straßenverbesserung zuzuschreiben ist und nicht ohne sie erfolgt wäre. Dieser Fall wird später behandelt werden.

II.C.2. Verschiebungen der Nachfragekurve, die teilweise der Straße zuzuschreiben sind

Wie können die Nutzen gemessen werden, wenn die Straßenverbesserung selbst teilweise der Grund dafür ist, daß sich die Nachfragekurve verschiebt? Die Antwort darauf gibt Figur II.C.(2b).



Figur II.C.(2b): Nutzenmessung bei verschobener Nachfragekurve, wenn der Produktionszuwachs teilweise der Straße zuzurechnen ist

Wir haben hier eine Nachfragekurve D_o ohne und D_m mit der Investition. D_o ist eine Nachfragekurve, die kurzfristig, z. B. für ein Jahr t gilt. D_m ist die Nachfrage für das gleiche Jahr, aber mit der Investition. Die Bereitschaft zu zahlen wird im Fall ohne das Projekt angegeben durch die Fläche $OEAT_o$, mit dem Projekt durch $OEDT_m$. Die Transportkosten "ohne" sind Ok_oAT_o mit dem Projekt $Ok_m DT_m$. Daher wird der Nettonutzen für jedes einzelne Jahr berechnet durch die Summe:

$$\text{Nettonutzen im Jahr t} = OEDT_m - OEAT_o + Ok_oAT_o - Ok_mDT_m.$$

Dieser Wert wird angegeben durch die gesamte schraffierte Fläche in Figur II.C.(2b). Man könnte das Dreieck EBD zwischen den beiden Nachfragekurven bezeichnen als "Nutzen der endogenen Entwicklung", welcher teilweise dem Projekt zuzuschreiben ist (im Unterschied zum ähnlichen "Nutzen aus exogener Entwicklung", welcher der Straße nicht zuzuschreiben ist). Es handelt sich hier um Nutzen durch einen Produktionszuwachs, der aus der E r w e i t e r u n g d e r K a p a z i t ä t [1] in der Einflußzone der Straße entstanden ist und zur Verschiebung der Kurve D_o geführt hat. Dieser ist zu unterscheiden von "Nutzen aus induziertem Verkehr", d. h. vom Dreieck B_2, welcher normalerweise als Entwicklungsnutzen bezeichnet wird. Der induzierte Verkehr und das Dreieck B_2 dagegen wären der vermehrten Auslastung b e s t e h e n d e r K a p a z i t ä t e n [1] zuzuschreiben, in der man nur auf der alten Nachfragekurve D_o nach unten wandert. Hier jedoch werden die Kapazitäten erweitert, indem man z. B. wesentlich verbesserte Anbaumethoden verwendet, durch die der Output erhöht wird (Düngereinsatz), oder indem man die bebaute Fläche vergrössert (was nur in unterbesiedelten Entwicklungsregionen möglich ist).

Wir glauben, daß dieser Fall von erweiterten Kapazitäten gerade in unterentwickelten Gebieten häufig vorkommt. Die Analyse der Konsumentenrente sollte daher in diese Richtung er-

1) zB. für Reisanbau

weitert werden. Dann würde auch die Kritik von BROWN/HARRAL relativiert, obgleich sie in der Praxis immer noch gilt: dann nämlich, wenn es darum geht, die neue Nachfragekurve D_m e x a n t e zu bestimmen.

In unserem geometrischen Modell wird angenommen, daß die neue Nachfragekurve D_m den gleichen Schnittpunkt E mit der Y-Achse hat wie die Kurve D_o. Sie könnte jedoch ebenso parallel verschoben sein und als Kurve D'_m den neuen Schnittpunkt F mit der Y-Achse haben. Wir hätten dann einen "Entwicklungsnutzen" in Höhe von EFDB. Was ist der Unterschied? In diesem Fall wird angenommen, daß sich die Bereitwilligkeit derer, die für den Transport zahlen, in allen Gruppierungen gleich verschiebt. Man könnte auch vereinfacht sagen: die Einkommensverteilung bei diesen Gruppen (Produzenten, Händler oder sogar Konsumenten) bliebe gleich. Wenn sich die Einkommensverteilung jedoch verändert, so ändert sich ceteris paribus die Neigung der Transportnachfragekurve. Dies ist eine weitere Determinante, die am Rande berücksichtigt werden sollte. In unserem Modell, wo sich die negative Preiselastizität der Nachfragekurve erhöht, nehmen wir der einfacheren Berechnung wegen an, daß sich die Einkommensverteilung (z. B. aufgrund von Wettbewerb) einebnet. Andere Annahmen sind jedoch ebenso gültig.

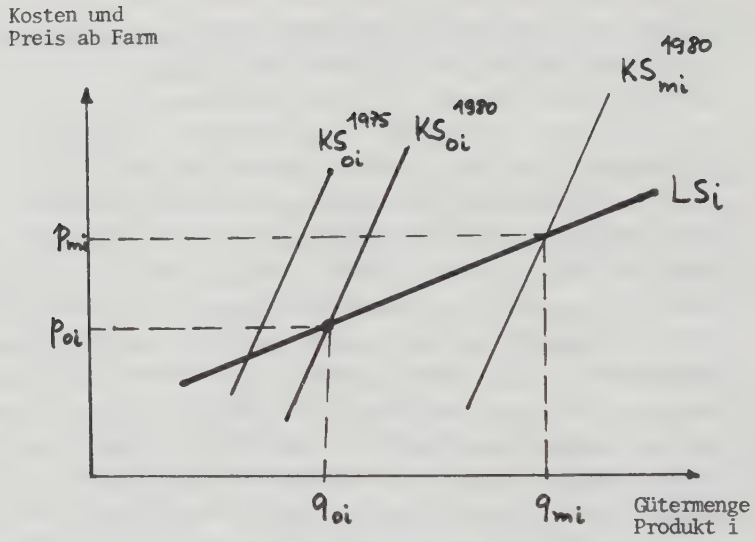
Wie wird in diesem Falle der verschobenen Nachfragekurve nun der Nutzen berechnet? Wir betrachten das Problem lediglich für die Nachevaluierung, für die Analyse ex post, da es bisher nur so gelöst werden kann.

Auf der Kostenseite müssen zunächst alle Kosten für Komplementärinvestitionen (wie für Dünger, neue Maschinen, neue Urbarmachung von Land etc.) zu den Straßenbaukosten addiert werden. Das große Problem liegt wieder auf der Nutzenseite: wie sollen (ex post) die Nachfragekurven D_m für die einzelnen Jahre festgestellt werden?

Betrachten wir die Frage zunächst in komparativ-statischer Analyse, wo nur zwei Situationen angenommen werden: die Nachfragekurve im Jahr der Straßeninvestition (z. B. 1975) und die Situation nach Ablauf einer angemessenen Zahl von Jahren, welche die Erhöhung der Produktionskapazität zulassen (z. B. 1980). Wir müssen, wie schon vorher, untersuchen, wie die Angebotskurven auf den Märkten der transportintensiven Produkte sich verändern. Es gilt zu schätzen, welches die Verschiebung der kurzfristigen Angebotskurven sind, die aufgrund der Vergrößerung der Produktionsanlagen in der Landwirtschaft entstehen. Rückblickend (ex post) müssen wir dazu die langfristige Angebotskurve für dieses Produkt betrachten, d. h. die Kurve der langfristigen Stückkosten im Falle von Kapazitätserweiterungen (ex ante wäre schon dies ein äußerst komplexes Problem). Diese erhalten wir durch rückwirkende Berechnung der kurzfristigen Angebotskurve v o r der Investition (1975) und nach der Investition im repräsentativen Jahr t der Wirksamkeit der Kapazitätserweiterung (z. B. 1980); wir müßten also die marginalen Kostenverläufe für die Durchschnittsbetriebe dieses Produktionszweiges bestimmen (vgl. Figur II.C.(3). [1]) die kurzfristigen Angebotskurven KS_{oi}^{1975} und KS_{mi}^{1980}. Falls anzunehmen ist, daß ein wesentliches vegetatives Wachstum entsteht, müßten wir den Vergleich ohne und m i t der Investition machen, d. h. wir müßten z. B. KS_{oi}^{1980} und KS_{mi}^{1980} bestimmen, wenn 1980 das repräsentative Jahr für die Kapazitätserweiterung darstellt. (Der Einfachheit halber werden hier die marginalen Kostenkurven der landwirtschaftlichen Durchschnittsbetriebe und die langfristige Stückkostenkurve linear dargestellt, obwohl diese Form in einer unterentwickelten Landwirtschaft selten sein dürfte.)

Wenn wir die Analyse verfeinern wollten, müßten wir sie dynamisch machen. Wir brauchten also eine Vielzahl von Kurven des kurzfristigen Angebots von Gütern und dementsprechend von Kurven der Nachfrage für Verkehr, und zwar je eine Menge m i t dem Projekt, und eine Menge o h n e es. Sie müßten von

1) Der Subindex $_i$ zeigt an, dass es sich nur um den Markt für eines unter mehreren landwirtschaftlichen Gütern handelt



Figur II.C.(3): Kurzfristige und langfristige Angebotskurven im einfachen komparativ-statischen Fall

1975, dem Anfang des Projektes, in Jahres- oder Zwei-Jahresabständen bis zum Ende der Lebensdauer des Projektes erfaßt werden. Wir nehmen sie hier mit zehn Jahren an. Eine Lebensdauer von zwanzig Jahren ist zwar wahrscheinlicher; Prognosen dieser Art über zwanzig Jahre jedoch sind noch weniger vorstellbar als solche über zehn Jahre.

Läßt sich eine solche Analyse durchführen? Gibt es Methoden, mit denen man die Angebotskurven auf einfache Weise bestimmen kann? Wir wollen hier nur eine Zwischenantwort geben, welche erst später begründet wird: ex post nur dann, wenn man eine ungewöhnliche Menge von Daten hat - etwa in der Art angeordnet, wie wir es in der Versuchsreihe zum Vergleich zwischen der PZ- und der KR-Methode dargestellt haben (Abschnitt

I.C.1., Tabelle 1). Uns ist keine Nachevaluierung bekannt, wo man mit solcher Genauigkeit gearbeitet hätte.

Aus einer statistisch genügend großen Menge solcher Daten könnte man dann schließlich ein dynamisches Modell bauen, wie wir es im Abschnitt II.A.3. vorgeschlagen haben: eine dynamisierte Version des Modells von ISRAEL. Nur so ließe sich die Methode der Konsumentenrente, welche - aggregiert in einer Serie von Nachfragekurven - so elegant aussieht, auch wirklich in der Praxis durchführen. Bisher jedoch gibt es leider noch keine Modelle, die sozusagen das "Fleisch auf dem Gerippe" der KR-Methode bilden könnten, so dass sie wissenschaftlich zufriedenstellend und praktisch erfolgreich anwendbar wird.

II.C.3. Probleme bei der Bestimmung der Nachfragekurve für Verkehr

II.C.3.a. Probleme der Bestimmung der Angebotskurven für Güter

Wir betrachten hier nur einige besondere Probleme der Messung in der komparativ-statischen Analyse, da eine dynamische Analyse noch weit ausserhalb der praktischen Möglichkeiten liegt. Wir gehen nicht auf die allgemeinen Probleme der Messung der kurzfristigen marginalen Kostenkurven und der langfristigen Angebotskurve ein, welche sich ja aus den Minima der Stückkosten bei verschiedenen Kapazitäten eines Betriebszweiges herleitet. Die Probleme, die damit verbunden sind, setzen wir als bekannt voraus.

Wir fragen, wie die langfristige Kostenkurve ex post in unserem Falle bestimmt wird, wenn wir (A) einfach annehmen können, daß diese Kurve sich n i c h t verschiebt aufgrund exogener oder endogener Einflüsse. Wir haben also nur eine einzige LS-Kurve wie in Figur II.C.(3), die sich weder ohne

den Bau der Straße noch mit ihm verschiebt. Betrachten wir unsere Figur II.C.(3). Die Lage der langfristigen Angebotskurve kann theoretisch bestimmt werden durch folgende Daten:

(1) durch die Lage der kurzfristigen Angebotskurve KS_{mi}^{1980} und den Preis p_{mi} im typischen Jahr nach der Kapazitätsanpassung und

(2) durch die Lage der kurzfristigen Angebotskurve ohne die Investition, KS_{oi}^{1980}, und den Preis ab Bauernhof p_{oi} ohne die Investition.

Die komparativ-statische Analyse könnte "behelfsmäßig dynamisiert" werden, indem man mehr als zwei Jahre vergleichsweise betrachtet; dadurch hätte man ein genaueres Bild davon, ob das Jahr 1980 wirklich das repräsentative Jahr für die Situation mit der Kapazitätserweiterung ist.

Schon in diesem einfachen Fall wird die e x a n t e Evaluierung erhebliche Schwierigkeiten machen, denn diese Angebotskurven gehen ja aus unternehmerischen Gewinnmaximierungskalkulationen hervor.[1] Sie können genau genommen nur mit komplizierten Modellen der Gewinnmaximierung nachgebildet werden, wie sie z. B. in der Preistheorie von KRELLE[2] beschrieben sind. Streng genommen müßte man ein Modell der Gewinnmaximierung für die Mehrproduktunternehmung wählen, denn die landwirtschaftliche Produktion erzielt selten ausschließlich ein Erzeugnis. Diese Modelle der Gewinnmaximierung funktionieren zwar in großen Unternehmen, wie z.B. der Stahlindustrie mit ihrer standardisierten Produktion, aber hier gibt es theoretisch viele Substitutionsmöglichkeiten in der Produktionsfunktion.

---

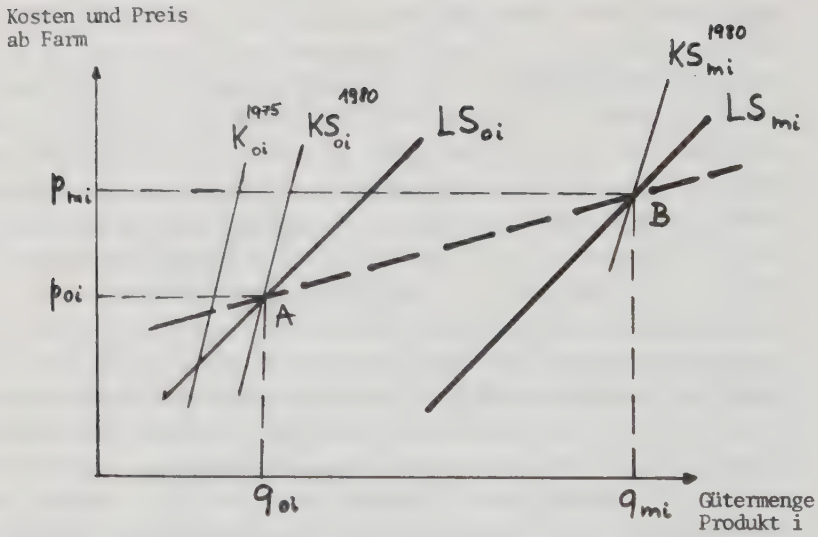
1) Ökonometrische Querschnittsanalysen, die auf sehr disaggregierte Daten verzichten könnten, können auch hier kaum angewendet werden aus im wesentlichen den gleichen Gründen, die im Abschnitt II.B.1 genannt wurden.

2) Vgl. KRELLE, Wilhelm: Preistheorie, Tübingen 1961.

Selbst wenn dafür geeignete Modelle ausgewählt würden, können wir schon hier sagen, daß die Theorie der abgeleiteten Nachfrage und der Messung der Konsumentenrente nur ein idealer theoretischer Überbau ist, der zusammenbricht, wenn man keine produktionstheoretischen oder noch besser produktionstheoretischen plus preistheoretischen Modelle hat, die die Kurven des Güterangebots festlegen helfen. Denn gerade die preistheoretischen Gegebenheiten auf den Gütermärkten (Marktformen etc.) können das Problem der Bestimmung des Gleichgewichtspreises erheblich komplizieren. Die Propagandisten der KR-Methode übersehen oft diese Schwierigkeiten der praktischen Durchführung.

Betrachten wir nun den komplizierteren, aber durchaus realistischen Fall (B), daß die Verbesserungen der Straße Verschiebungen der l a n g f r i s t i g e n Angebotskurve hervorruft. Das bedeutet, daß die Punkte der minimalen Stückkosten bei verschiedenen Kapazitätserweiterungen anders liegen würden, wenn die Straße verbessert wird, als wenn sie bleibt, wie sie ist. Wie kann dann der Unterschied zwischen der kurzfristigen Angebotskurve mit und ohne die Investition gemessen werden? Betrachten wir dazu Figur II.C.(4). Die Figur zeigt eine langfristige Angebotskurve LS_{oi} ohne das Projekt und eine andere LS_{mi} mit ihm. Durch das Projekt wurden also die Kapazitäten erheblich erweitert, und zwar nicht schlagartig, sondern auf einem Pfad, der z. B. auf der gestrichelten Linie zwischen den Punkten A und B liegt.

q_{oi} stellt wieder die Produktionsmenge ohne das Projekt dar, q_{mi} mit dem Projekt. Δq_i ist der Produktionszuwachs beim Produkt i. Dieser kann entsprechend Figur II.C.(1) in Verkehrsnachfrage übersetzt werden, falls keine anderen Faktoren (wie Preisverhältnisse in den Nachbarregionen) dies beeinflussen. Der Produktionszuwachs Δq_i ist jedoch in unserem Erweiterungsmodell - das soll noch einmal betont werden - nicht gleich dem Produktionszuwachs im Grundmodell von VAN DER TAK/RAY,



Figur II.C.(4): Kurzfristige und langfristige Angebotskurven, falls sich die LS-Kurve verschiebt

welcher den induzierten Verkehr T_i bestimmt. Der zusätzliche Verkehr, der dadurch entsteht, ist der wahre "Entwicklungsverkehr" aufgrund von Kapazitäts e r w e i t e r u n g e n , nicht bloß ein induzierter Verkehr aufgrund von höherer Kapazitäts a u s l a s t u n g . Wir nennen diesen Teil des gesamten Produktionszuwachses den "Produktionszuwachs aufgrund endogener Kapazitätsausweitung".

Um den gesamten Produktionszuwachs zu schätzen, reicht es also nicht, den Verlauf einer langfristigen Kostenkurve für alle transportrelevanten Güter zu kennen, sondern wir müssen die Kurve AB schätzen. Man könnte sie beschreiben durch die Elastizität der Produktion in Bezug auf die Transportkosten.

Ist es leicht, diese Kurve zu schätzen? Nach dem, was wir oben erläutert haben, glauben wir, daß es in einer N a c h - e v a l u i e r u n g zwar nicht leicht, aber auch nicht unmöglich ist, wenn man genügend dichte Zeitreihen über die Stückkosten jeder Branche hat. E x a n t e aber sind die Probleme noch wesentlich größer als im Fall (A), wo die LS-Kurve sich nicht verschob. Ohne detaillierte, realistische preistheoretische Modelle für die Gewinnmaximierung ist hier nichts zu erreichen. Man wird sich im allgemeinen mit mehr oder weniger ungenauen Schätzungen zufrieden geben müssen.

Zusammenfassend können wir feststellen:
Wir sehen, daß es ex ante extrem schwierig ist, den neuen Verkehr zu schätzen, der aufgrund von Kapazitätserweiterungen in der Landwirtschaft entsteht. Tatsächlich wird er auch im Rahmen der uns bekannten Modelle der Konsumentenrente gar nicht berücksichtigt. Wir haben diese Erweiterung nur gebracht, um zu zeigen, wie im Idealfall und in der Theorie der Nutzen gemessen werden kann. Im Teil III.A. werden wir dann aber zeigen, wie er praktisch gemessen werden sollte: nämlich mit wesentlichen Elementen oder ausschließlich durch die Methode des Produktionszuwachses. Wir werden deshalb diesen Fall, der bei Straßen des Falles II und noch mehr bei Fall III vorkommt, im Grundmodell der Konsumentenrente nicht mehr weiterverfolgen. Wir werden uns aber bemühen, noch deutlicher zu zeigen, daß die PZ-Methode und die KR-Methode n i c h t a l s v ö l l i g v e r s c h i e d e n e M e t h o d e n betrachtet werden können, sondern daß und wie sie sich ergänzen. Denn ohne Modelle zur Berechnung des Produktionszuwachses gibt es kein Modell der Konsumentenrente, das auf mehr beruht als auf groben Schätzungen.

II.C.3.b. Vereinfachende Annahmen für die praktische Evaluierung

Wir haben in den vorigen Abschnitten gezeigt, wie komplex die Analyse für die Vorausschätzung der Verkehrsnachfrage theoretisch sein kann. Ein paar vereinfachende Annahmen sind jedoch dann erlaubt,

(1) wenn es sich um ländliche Zubringerstraßen in den Fällen II und III handelt,

(2) wenn die LZS eine gewisse Länge (z. B. 50 km) nicht überschreitet, so daß der agrarische Raum, den sie bedient, nicht allzu groß im Vergleich zur Marktregion ist, und

(3) wenn die Wirtschaftsstruktur der agrarischen Subregion relativ einfach ist.

In diesen Fällen kann man annehmen,

(a) daß die Nachfragekurve für die einzelnen exportierten landwirtschaftlichen Güter vollkommen elastisch ist; die Preise in der Provinzstadt können also als konstant angenommen werden;

(b) daß die Angebotskurve für Input-Güter für die Agrarproduktion vollkommen elastisch ist. Ihre Preise werden daher nicht durch Veränderungen in der Inputnachfrage der relativ kleinen Subregion beeinflußt.

In beiden Fällen hängen Schwankungen der Preise auf der Farm nur noch von der Marktmacht der Händler und der Transportunternehmer ab, welche leichter zu beurteilen sind.

(c) Außerdem kann man annehmen, daß nur wenige landwirtschaftliche Güter (z. B. 3 bis 5) in beachtlichen Mengen exportiert werden.

Diese Annahmen werden bestätigt durch Beobachtungen, die die Weltbank bei LZS-Projekten gemacht hat[1]. Selbst wenn die Annahmen nicht genau zutreffen, werden sie keine so großen Störungen hervorrufen, daß durch die Prognose der Verkehrsnachfrage beachtlich gestört würde.

Die erheblichen Verschiebungen der Nachfragekurve auf einer Strecke entstehen aus einer Kombination von umgeleitetem und neu geschaffenem Verkehr. Die Prognose des umgeleiteten Verkehrs wird gerade in den Fällen von LZS bzw. Penetrations- oder Erschließungsstraßen fast ein ebenso großes und sehr ähnliches Problem darstellen wie die Prognose des neugeschaffenen oder induzierten Verkehrs. Wir stellen es aus Gründen der Einfachheit nicht in unserer Analyse dar. Es kann jedoch aus der Prognose des induzierten Verkehrs hergeleitet werden.

II.C.3.c. Andere Determinanten der Verkehrsnachfrage

Die Nachfragekurve auf dem Verkehrsmarkt wird natürlich außer durch den Produktionszuwachs noch durch eine Reihe anderer Faktoren bestimmt. Die Preisverhältnisse auf benachbarten Märkten hat das Zwei-Regionen-Modell von VAN DER TAK/RAY ausführlich beschrieben[2]. Es schließt auch den Fall ein, daß konkurrierende Verkehrsmittel und unvollkommener Wettbewerb eintreten. Alle diese Faktoren würden unser Grundmodell erheblich komplizieren. Für die vielen weiteren Determinanten der Verkehrsnachfrage, welche für uns von beringerer Bedeutung sind, gibt es eine schier unübersehbare Literatur[3].

---

1) Vgl. z. B. ISRAEL, Arturo: Feeder Road Methodology ..., S. 15.
2) Vgl. VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: Economic Benefits ..., III. Kapitel, S. 19 ff.
3) Vgl. u. a. VOIGT, Fritz: Verkehr. Die Theorie der Verkehrswirtschaft, Band 1, 1. Hälfte, S. 455-464.

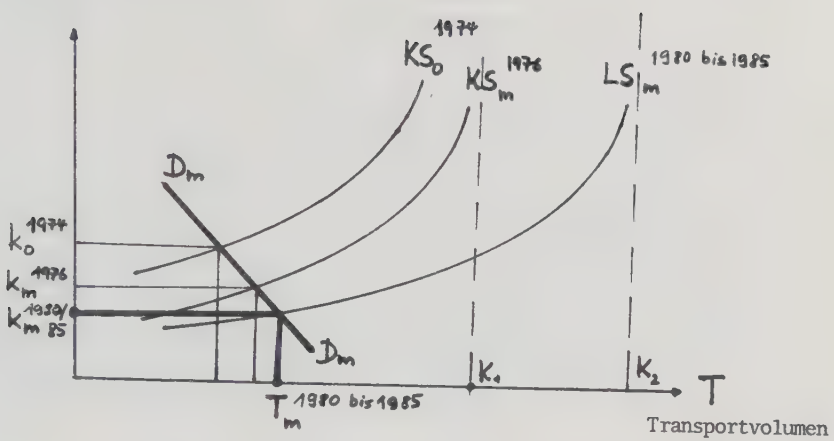
Wir beschränken uns daher vor allem auf die Determinante "exportierbare Produktion".

II.C.4. Die tatsächliche Form von der kurzfristigen Angebots- und Nachfragekurve für Verkehr

Wir fragen in diesem Abschnitt: wie würden nun die Angebots- und Nachfragekurven für Verkehr in den Fällen II und III der ländlichen Zubringerstrassen ungefähr aussehen, wenn sie aufgrund guter Daten statistisch geschätzt werden konnten?

Zunächst betrachten wir die A n g e b o t s kurven für Verkehr; es ist anzunehmen, dass sie nicht einfach vollkommen elastisch sind. Wahrscheinlich muß im praktischen Fall zumindestens zwischen einer kurzfristigen Angebotskurve gleich nach der Eröffnung der neuen Straße und einer langfristigen Kurve einige Jahre nachher unterschieden werden. Im kurzfristigen Fall würde sich folgendes Bild ergeben (Figur II.C.(5). Vor der Straßenverbesserung gilt die Kurve KS_o^{1974}, danach KS_m^{1976}. Im langfristigen Fall, einige Jahre nach Eröffnung der Straße, würde wohl die Angebotskurve wie $LS_m^{1980 \text{ bis } 1985}$ aussehen. Weshalb die geringere Steigerung und der niedrigere Gleichgewichtspreis in diesem Fall?

Kurzfristig würde wohl eine Kapazitätsbeschränkung eintreten, die verschieden ist von der im Falle des Verkehrs in industrialisierten Zonen. Dort sind, besonders in städtischen Räumen, normalerweise genügend Kraftfahrzeuge vorhanden; in isolierten ländlichen Räumen dagegen nicht, besonders wenn sie ein sehr niedriges Pro-Kopf-Einkommen aufweisen. Nur im Falle großer Überkapazitäten an LKW's in nahegelegenen Räumen könnten diese relativ rasch in die LZS-Region anbieten. In diesem Falle wäre die Angebotskurve am oberen Ende elastischer. Erstens könnte sie sich nach rechts verschieben wegen der dann vermehrten Konkurrenz unter den Transportunternehmern, und zweitens würde sie an ihrem oberen Ende flacher werden, weil sich die Kapazitätsgrenze von K_1 nach K_2 verschieben würde.



Figur II.C.(5): Die tatsächlichen Angebotskurven für Verkehr

Die Kapazitätsgrenze könnte in e n t w i c k e l t e n Regionen gerade auf umgekehrte Weise erreicht werden; nicht durch zu wenig LKW's, sondern durch zu viele. Dies würde zur Verstopfung der Strecke und daher zu erhöhten durchschnittlichen Transportkosten führen. Damit müßte die Angebotskurve in der Nähe der Kapazitätsgrenze ebenfalls eine geringe Elastizität haben, wenn auch erst langfristig. Die starre Angebotskurve tritt also unter diesen Annahmen bei unterentwickelten Regionen früher, aber nur vorübergehend auf; bei entwickelten Regionen später, aber erfordert dann bald eine Erweiterungsinvestition. In den Fällen II und noch mehr III wird Verstopfung sehr selten auftreten; die meisten LZ-Straßen sind unterausgelastet.

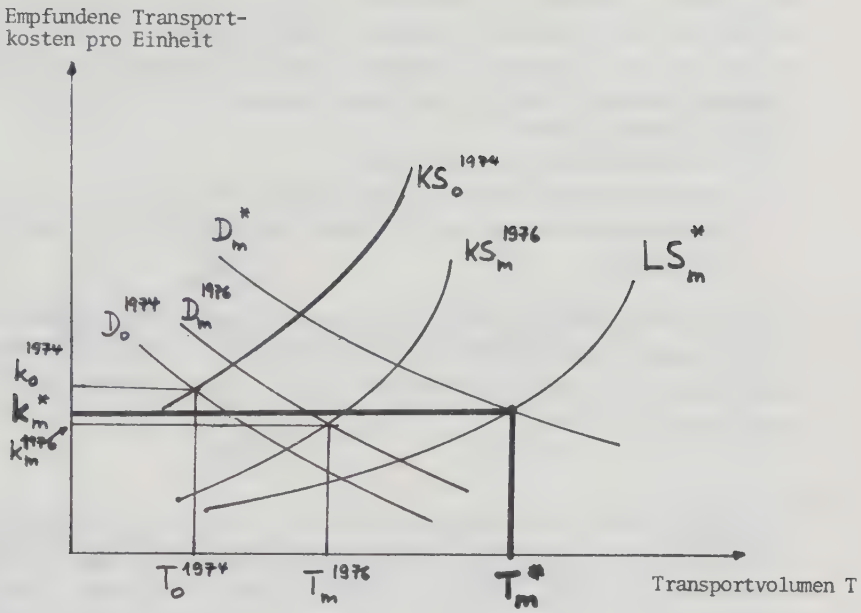
Dies sind nur einige wichtige Faktoren, die die Angebotskurve bestimmen. Die Veränderungen des Angebots an Verkehrsleistungen können natürlich noch in anderer Weise determiniert sein[1].

1) Zur umfangreichen Literatur darüber siehe VOIGT, Fritz: Verkehr. ..., Band 1, 1. Hälfte, S. 505-511.

Zur Benennung der Preisachse wollen wir eine Erläuterung machen: auf der Preisachse tragen wir immer die sogenannten "empfundenen" Transportkosten ab. Wir halten das Konzept der "Perceived Costs" nach WOHL/MARTIN für besonders brauchbar. Diese Kosten liegen irgendwo in der Mitte zwischen den kurzfristig und den langfristig gezahlten Transportkosten (out of pocket costs), zu denen evtl. auch Abschreibung und Reparatur gehören, soweit diese von den Verkehrsunternehmern in ihrer Kostenrechnung erfaßt werden. Die empfundenen Kosten sind somit weitgehend identisch mit den individuellen Kosten oder Tarifen für den Anbieter oder Nachfrager. Zu den empfundenen Transportkosten gehören im allgemeinen keine Zeitkosten für mitfahrendes Personal (in Bussen) oder für Fracht, und keine nach Risikowahrscheinlichkeiten umgelegten Unfallkosten.

Die "empfundenen" Kosten sind immer zu ermitteln für die P r o g n o s e d e s V e r k e h r s , denn sie bestimmen die Angebots- und Nachfragekurve. Sie sind jedoch häufig nicht zu gebrauchen für die B e r e c h n u n g d e r N u t z e n ; in diesem Falle sollte im allgemeinen ein Maß für die sogenannten gesamtwirtschaftlichen oder sozialen Kosten gefunden werden (z. B. ein Maß wie die R-Faktoren oder ein einfacherer Vektor von Kostenkompoenten). Das tatsächliche Transportvolumen würde dann ermittelt durch die Schätzung der repräsentativen Nachfragekurve und der repräsentativen Angebotskurve für Verkehr. Sie könnten aussehen wie in Figur II.C.(6). Die repräsentative Nachfragekurve D_m^* mit der Investition wird wieder als Durchschnitt der kurzfristigen Nachfragekurven über die Lebensdauer der Straße geschätzt, ebenso die repräsentative Angebotskurve. Wir nehmen wieder das Jahr 1980 für beide Kurven an, obgleich es oft unterschiedliche Jahre für Angebots- und Nachfragekurven sein werden.

Daraus ergeben sich dann das durchschnittliche, tatsächliche Transportvolumen T_m^* und die durchschnittlichen, tatsächlichen Transportkosten k_m^*. Diese können, weil sie Durchschnittswerte sind, als Gleichgewichtspunkte angesehen werden, die über die



Figur II.C.(6): Die Ermittlung des durchschnittlichen Transportvolumens T_m^* mit der Straßeninvestition

Lebensdauer der Straße stabil sind.

II.C.5. Vergleich zwischen der theoretisch erforderlichen und der praktisch verfügbaren Datenmenge

Vergleicht man dieses Modell des Verkehrsmarktes mit den praktischen Möglichkeiten, so ist abschließend folgendes festzustellen:

Nach dieser theoretischen Herleitung dürfen wir uns nicht darüber täuschen lassen, daß dieses System von ganzen Nachfrage- und Angebotskurven für Verkehr in der praktischen Evaluie-

rung nicht vorkommt. Die Annahmen über die Verläufe dieser Kurven können wegen Mangel an Daten in den wenigsten Fällen getestet werden. Sie können bestenfalls grob mit Methoden der Intervallschätzung geschätzt werden, da aus Mangel an Daten keine detaillierten ökonomische Modelle über

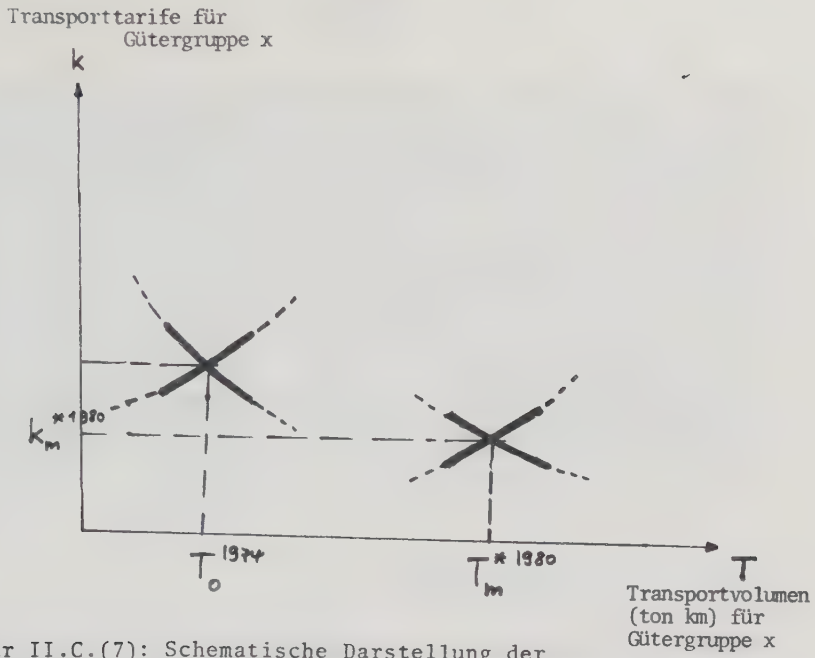
- Gewinnmaximierung der Farmer
- Monopolgrad der Transportunternehmer und Farmer
- Kostenminimierung oder Gewinnmaximierung der Transportunternehmer

verwendet werden können. Allein die Kosten und Stückkostenverläufe der beiden Gruppen werden ausserhalb des engen Bereiches, in dem sie produzieren, kaum bekannt sein. Deshalb hat es keinen Sinn, grössere Stücke dieser Kurven schätzen zu wollen.

Was das Evaluierungsteam praktisch hat, sind z. B. lediglich zwei geschätzte Punkte auf jeder Kurve und einige Elastizitäten in der Nähe dieser Punkte, bestenfalls für jedes Jahr, wahrscheinlicher nur für einige Jahre, die besonders krasse Veränderungen erwarten lassen (vgl. Figur II.C.(7)).

Um diese Punkte zu gewinnen, müßte man eine ausführliche Feldstudie anfertigen, bei der man sich keineswegs allein auf die Aussagen von Landwirten verlassen kann, sondern für welche Kostenrechnungen nötig wären, die lediglich geschulte Agrartechniker durchführen können.

Es könnte angenommen werden, daß die Transportkosten im ersten Jahr schon eine erhebliche Veränderung erfahren, daß die Transportnachfrage sich jedoch merklich erst im dritten Jahr verschiebt und dann bis zum zehnten Jahr nochmals eine erhebliche Verschiebung erfahren wird. Damit hätte man die Schätzungen auf 3 kritische Jahre beschränkt.



Figur II.C.(7): Schematische Darstellung der praktisch verfügbaren Datenmenge

Landwirte könnten zwar in einer Feldstudie gefragt werden: "Wenn die Transportkosten pro Tonnenkilometer um 5 %, 10 % oder 15 % sänken, um wieviel Prozent würden Sie jeweils Ihren Output an Reis und Bohnen erhöhen?" Die Landwirte könnten jedoch nur mit gröbsten Schätzungen antworten. Wir wollen noch einmal betonen: Die theoretisch gute Antwort wird nur gegeben werden können durch komplizierte Modelle zur Gewinnmaximierung von Mehrproduktunternehmungen. Diese sind jedoch nur bei homogenen Gütern von einigen Großunternehmen (z. B. der Stahlindustrie) zu erhalten; und selbst in diese Berechnungen müssen viele Annahmen, z. B. über die Absatzbedingungen, eingehen. Um wieviel grober müssen dann Prognosen landwirtschaftlicher Kleinproduktionen sein, wo oft keinerlei Kosten- und Absatzdaten vorhanden sind!

Dies führt zu dem Problem, zwischen den theoretisch relativ exakten Methoden vom obengenannten Typ (zu dem auch das ISRAEL-

Modell gehört) und den groben Schätzungen einen Mittelweg zu finden. Der Schritt von den alternativen Transportkostenersparnissen zu der Prognose der Angebotselastizitäten der transportierten Güter ist einfach zu groß. Hier müssen Zwischenschritte eingebaut werden, die Auskunft geben über die Kostenstruktur und die Absatzbedingungen für jedes produzierte Gut. Man darf nicht so weit gehen wie das ISRAEL-Modell, aber man braucht einige repräsentative Daten. Das soll für den Fall III versucht werden. Einige Beispiele von Daten, die für ein solches "Zwischenmodell" nötig sind, das praktisch angewandt werden könnte, sollen in Abschnitt III.B.2. gegeben werden.

II.C.6. Schlußfolgerungen

Durch unser Modell der verschobenen Nachfragekurve können wir zeigen: Wenn man den Entwicklungsnutzen, wie das bei den meisten Evaluierungen geschieht, nur mit dem Dreieck B_2 berechnet, so unterschätzt man ihn erheblich.

Im Vergleich zum "exogenen Entwicklungsnutzen" läßt man das Rechteck ABFC außer acht, und im Vergleich zum endogenen Entwicklungsnutzen läßt man das Dreieck EBD bzw. das Trapez EBDF außer acht. Man macht im allgemeinen, wenn man nur das Dreieck B_2 benutzt, die Annahme, daß die alte Nachfragekurve die gleiche bleibt und sozusagen nur ihre Neigung ändert. Dadurch wird offenbar der Nutzen extrem unterschätzt oder, wenn man es euphemistisch ausdrückt, sehr vorsichtig geschätzt. Man versucht nicht - da dies ja auch ohne die genaue Berechnungen über den Produktionszuwachs unmöglich ist - die neuen Nachfragekurven zu errechnen; und man versucht ebenfalls nicht, die Verschiebung aufzuteilen in exogene und endogene Einflüsse. Das ist es wohl letztlich, was BROWN und HARRAL

meinen - wenn sie es auch nicht in so deutlicher Form darstellen konnten. Unsere Erweiterung des Modells der Konsumentenrente zu einem Modell, das Verschiebungen der Transportnachfragekurve berücksichtigt, diente u. a. dazu, diese Kritik zu erläutern - denn letztlich stellt sie nach unserer Meinung die entscheidende Kritik am bisher benutzten Modell der Konsumentenrente dar, falls es für die Straßen des Falles III und eines Teils der Straßen des Falles II benutzt wird.

Anders liegt es in den Fällen der Straßen des Typs I und eines großen Teils des Typs II. Wieweit hier die KR-Methode benutzt werden kann, und wie weit sie ergänzt werden muß, soll vor allem das nun folgende Kapitel III.A. klären.

Teil III. Vorschläge zur Verbesserung von Evaluierungsmodellen für Zubringerstraßen in landwirtschaftlichen Entwicklungsräumen

Einleitung

Wir sehen zwei Wege, auf denen man bestehende Evaluierungsmodelle verbessern kann:

(A) Indem man sehr einfache Modelle wie das der Konsumentenrente differenzierter macht und indem man komplexe Modelle wie das des Produktionszuwachses von ISRAEL vereinfacht.

(B) Und indem man in beiden Fällen die Modelle durch Verwendung von Methoden der Kosten-Wirkungsanalyse und der Risiko-Analyse ergänzt, breiter anwendbar und billiger macht.

In den Abschnitten A und B beginnen wir damit, ein einfaches Modell zu skizzieren, das speziell für die Fälle II und III von Straßen in agrarischen Gebieten geeignet ist. Diese haben ja die größten Prioritäten für die gleichmäßige Entwicklung von verschiedenen Räumen eines Entwicklungslandes und helfen gerade den ärmsten Teilen der Bevölkerung. Das Modell geht aus der Kritik an beiden Methoden hervor: der der Konsumentenrente, weil sie zu einfach ist, und der Methode des Produktionszuwachses, weil sie zu aufwendig ist.

In den Abschnitten C und D prüfen wir, wie weit das ökonomische Modell erweitert werden kann durch die Evaluierung von nichtökonomischen Variablen mit Hilfe der Kosten-Wirksamkeits-Analyse.

Im Abschnitt D machen wir Vorschläge, wie man kostengünstig Daten schaffen kann durch Experten-Schätzungen in der Art des Delphi-Verfahrens.

Im Abschnitt E zeigen wir, wie man das Verfahren der Risiko-Analyse auch bei kleineren Projekten kostengünstig anwenden kann.

III.A. Die Messung des Nutzens für Straßen des Falles II und seiner Grenzfälle durch die Erweiterung der Methode der Konsumentenrente in Richtung auf die Methode des Produktionszuwachses

Wir sind uns im klaren, daß die zahlreichen Kritikpunkte an der KR-Methode, welche wir bisher dargestellt haben, vorläufig nur dazu dienen können, zu zeigen, auf welchen zum Teil unrealistischen Annahmen sie basiert. Dennoch wird sie in fast allen bekannten Lehrbüchern empfohlen, so z. B. bei ADLER[1] und ODIER[2], um zwei der meist benutzten zu nennen. Außerdem wird sie selbst von großen, mit bestem Personal ausgestatteten Organisationen wie der Weltbank fast durchwegs benutzt. Dies hat zwei Gründe:

(1) Die PZ-Methode mit produktionstheoretischen Modellen ist kein richtiger Ersatz, weil sie häufig zu kompliziert ist und zu viele Daten braucht. Man müßte daher eine einfache Version für sie finden, die sich mit der KR-Methode verbinden läßt.

(2) Über die Zusammenhänge zwischen den beiden Methoden gibt es nicht genügend Untersuchungen, und deshalb fehlt es auch an einem Modell, das beide Ansätze kombiniert.

Letztere beiden Punkte wollen wir in den folgenden Kapiteln versuchen zu verbessern.

In den Evaluierungs-Handbüchern werden die Nutzen immer mit dem Trapez $B_1 + B_2$ dargestellt. Bei dieser Darstellung scheint es sehr einfach, das Dreieck B_2 zu schätzen. Man schätzt einfach

---

1) Vgl. ADLER, Hans.A.: Economic Appraisal of Transport Projects, Bloomington/London 1971.
2) Vgl. ODIER, Lionel: The Economic Benefits of Road Construction and Improvements, Paris 1963.

den durchschnittlichen induzierten Verkehr, nimmt die Nachfragekurve als konstant an und errechnet die Fläche des Dreiecks auf geometrischem Wege. Wir wollen im Abschnitt III.A. zeigen, wie komplex die Berechnung des Dreiecks B_2 dann ist, wenn es sich um Straßen in typischen Entwicklungsregionen handelt, insbesondere im Falle III. Alle die Effekte, die gemeinhin unter die Bezeichnung "indirekte ökonomische und nichtökonomische" Wirkungen der Straßeninvestition fallen und die wir in unserem Klassifikationsschema detaillierter beschrieben haben, bestimmen nämlich die Größe des Dreiecks B_2.

Wir bauen dabei auf den Vorarbeiten auf, die wir zur Erweiterung und Kritik des Modells der Konsumentenrente im Abschnitt II.C. gemacht haben. Im Abschnitt III.A. verfeinern wir die Kritik, zeigen, wie die KR- und die PZ-Methoden zusammenhängen und entwickeln daraus Vorschläge, wie die beiden Methoden für die praktische Evaluierung kombiniert werden können.

Zunächst definieren wir die drei Fälle von Straßen noch einmal genauer; daraus wird klar, daß nur im Fall I eine einfache KR-Methode angewandt werden kann. Dann kritisieren wir die Annahmen des KR-Modells in allgemeiner Form.

Im Abschnitt III.A.3. leiten wir drei grundsätzliche Maße für die Messung der Kostenersparnisse her und zeigen, wie diese gemessen werden. Dann vergleichen wir die KR- und die PZ-Methode, wenn ceteris paribus der Anteil an induziertem Verkehr wächst. Daraus läßt sich theoretisch ein Optimum finden, wann die KR-Methode durch die PZ-Methode zu substituieren ist.

Im Abschnitt III.A.4. zeigen wir, in welchen Punkten die KR-Methode erweitert werden muß, damit mit ihr Straßen des Falles III angemessen bewertet werden können.

Im Abschnitt III.A.5. schließlich machen wir einen Vorschlag zur Kombination der KR- mit der PZ-Methode.

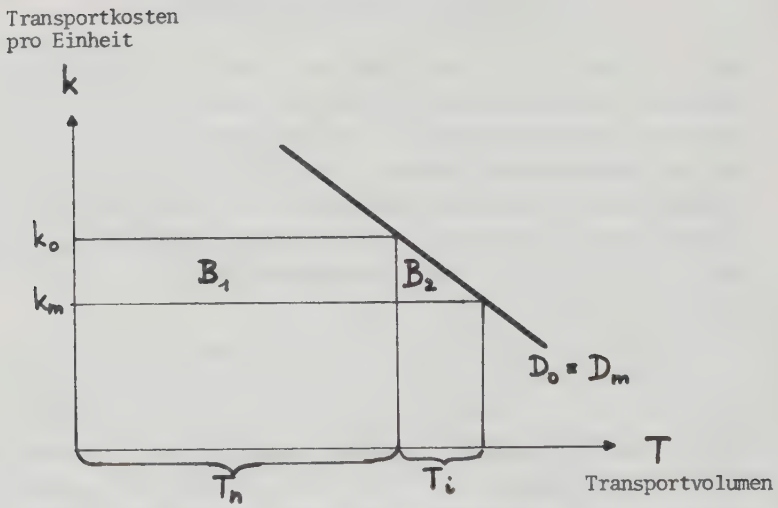
III.A.1. Die detaillierte Definition der drei Fälle von Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen

Nach dem, was wir in den bisherigen Kapiteln gesehen haben, ergibt sich die Notwendigkeit für eine differenziertere als die einfache, unreflektierte KR-Methode zunächst einfach dadurch, daß man die Definitionsmerkmale der Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen einmal genauer darstellt. Das wollen wir im folgenden tun. Wir zeigen dabei gleichzeitig schon für die Evaluierung des Falles I einige Verbesserungsmöglichkeiten und schließen ihn damit vorläufig ab.

III.A.1.a. Charakteristika und Behandlung von Straßen des Falles I

Straßen des Falles I sind typischerweise solche in Gebieten mit relativ hohem Entwicklungsstand und daher relativ hohem Verkehrsaufkommen pro Quadratmeter. Es gibt ein relativ dichtes Verkehrsnetz und daher konkurrierende Verkehrsverbindungen. Im Fall des Neubaus oder einer Verbesserung wird eine Straße ein großes Maß an umgeleitetem Verkehr auf sich ziehen.

Häufig wird die Straße die Verstopfungskosten senken. Sie ist nur ein Produktionsfaktor neben vielen anderen und nicht eine conditio sine qua non für die Entwicklung. Der Anteil an induziertem Verkehr auf der Straße wird relativ gering sein im Vergleich zum bestehenden Verkehr zwischen den Orten oder Räumen, die sie verbindet. Ihr induzierter Nutzen ohne Kapazitätserweiterung, d. h. das Dreieck B_2 unter der Nachfragekurve und über dem induzierten Verkehr, ist relativ klein im Vergleich zum Rechteck B_1, das die empfundenen Kostenersparnisse auf dem Niveau des normalen Verkehrsvolumens mißt (vgl. Figur III.A.(1)).



Figur III.A.(1): Größenverhältnisse des Nutzens auf normalen und induzierten Verkehr bei Straßen des Falles I

Im Fall I gibt es einen, wenn auch nur geringen, Nutzen aufgrund von induziertem Verkehr. Daher reichen die Kostenersparnisse beim bestehenden Verkehrsvolumen zwar schon aus, um einen positiven Gegenwartswert für das Projekt zu errechnen; dieser gibt jedoch nicht den ganzen Nutzen des Projektes wieder. Für diese Straßen gilt die Methode der Kostenersparnisse in ihren beiden Formen der

a) empfundenen Kosten, d. h. der Kostenersparnisse, die allein auf den normalen Verkehr berechnet werden, oder

b) der Konsumentenrente, in der Nutzen auf neugeschaffenen Verkehr mit 50 % der Kostenersparnisse bewertet wird.

Je mehr man den Eindruck hat, daß die Annahmen der Methode der Konsumentenrente auf die Situation relativ gut zutreffen, desto eher sollte man das Dreieck B_2 in die Nutzenmessung einschliessen. Da es klein ist, kann der Fehler nicht groß sein. Man sollte

aber zu der Methode von VAN DER TAK/RAY folgende kleine Ergänzungen machen:

Die Berechnung der Kostenersparnisse muß vervollständigt werden durch einige der wichtigsten Daten, die zur Berechnung des Produktionszuwachses nötig sind (siehe Fall III). Wir wählen hier nur einige aus, etwa geordnet in der Reihenfolge ihrer Bedeutung:

(1) Die Verteilung der Kostenersparnisse auf die verschiedenen Gruppen sollte in großen Zügen festgestellt werden.

Die wichtigsten Gruppen sind:

- Verkehrsunternehmer
- Zwischenhändler
- Produzenten
- Konsumenten.

(2) Die Kostenersparnisse sollten nicht auf den bestehenden Verkehr, sondern auch auf den natürlich gewachsenen (vegetativen) und den umgeleiteten Verkehr angerechnet werden. Dazu müssen diese Größen geschätzt werden. Das dürfte relativ leicht fallen, da in entwickelten Gebieten viele Indikatoren und Basisdaten zur Prognose vorhanden sind.

(3) Komplementär-Investitionen, die den Nutzen des Straßenprojekts erheblich steigern würden, sollten gesucht werden. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn das erste Kriterium für den Fall I erfüllt ist, das zweite jedoch nicht. Wenn außer der STraße noch andere Projekte existieren, deren partielle Grenzproduktivitäten hoch sind, so sollten sie identifiziert und durchgerechnet werden. Denn die Straßeninvestition soll ja nicht nur partiell einen möglichst hohen Beitrag zum Regionaleinkommen liefern, sondern dieses soll maximiert werden durch alle möglichen Arten von öffentlichen Investitionen. Moderne Verladestationen können dafür ebenso wichtig sein wie zusätzliche Lagerhäuser, welche die gleichmäßige Auslastung des Verkehrsnetzes verbessern können.

Im Fall I können die Gesamtnutzen ohne allzu große Anpassungen relativ vollständig mit der Methode der Kostenersparnisse erfaßt werden. Oft genügt sogar die Methode der empfundenen Kostenersparnisse für die Rechtfertigung des Projekts. Nur in Ausnahmefällen muß das Dreieck B_2 einbezogen werden, d. h. die Methode der Konsumentenrente angewandt werden, um die Straße zu rechtfertigen.

III.A.1.b. Charakteristika des Falles II

Wir definieren sie als Straßenprojekte mit folgenden Charakteristika:

Es besteht einige, aber nicht zu hohe Produktion pro Kopf und einige ökonomische Verflechtungen. Daher gibt es schon einen beachtlichen normalen Verkehr zwischen zwei Orten. Gleichzeitig reichen die Kostenersparnisse, die über dem normalen Verkehr gemessen werden (B_1), nicht aus, um die Straße ökonomisch zu rechtfertigen. Eine Straße im Fall I mit erheblich größerem bestehenden oder normalem Verkehr würde eine bessere Relation von B_1 zu den Gesamtkosten aufweisen. Es sind in diesem Fall gleichzeitig beachtliche induzierte Nutzen aus dem Dreieck B_2 zu erwarten. Die relativ größere Fläche von B_2 im Vergleich zu B_1 kann im Fall II folgende Gründe haben:

(a) die Elastizität der Nachfragekurve für Verkehr ist größer als im Fall I

(b) die Nachfragekurve für Verkehr hat sich nach rechts verschoben.

Oft wird es eine Kombination dieser zwei Merkmale sein. In jedem Falle ist dadurch auch der induzierte Verkehr im Vergleich zum normalen Verkehr schon von erheblicher Bedeutung.

Wie groß das Dreieck B_2 im Vergleich zu B_1 ist, kann hier noch nicht genauer eingegrenzt werden. Wir werden es später anhand der Diskussion der Evaluierungsmethode für diesen Fall versuchen. Fall II kann dann als der Fall definiert werden, bei dem der induzierte Nutzen höchstens so groß ist, daß er gerade noch mit der erweiterten Methode der Konsumentenrente evaluiert werden kann, ohne daß dabei allzu große Fehler entstehen.

III.A.1.c. Charakteristika des Falles III

Fall III stellt das Extrem aller der Merkmale dar, die die anderen Fälle charakterisieren.

Das ökonomische Niveau ist sehr gering, ebenso die ökonomische Verflechtung in der Input-Output-Matrix des Raumes, durch den die Straße führt. Daher gibt es sehr wenig oder gar keinen modernen Verkehr. Die Straße hat sehr wenig oder keine konkurrierenden Verbindungen. Das Dreieck B_2 wird im allgemeinen groß sein im Vergleich zum Rechteck B_1. Das hat wiederum folgende Gründe:

(a) die Elastizität der Nachfrage nach Verkehr in Bezug auf Änderungen der Transportkosten ist extrem groß. Dies ist insbesondere der Fall, wenn in kurzer Zeit ein hoher exportierbarer Überschuß in einem Entwicklungsraum produziert werden kann.

(b) Die Nachfragekurve nach Verkehr hat sich weit nach rechts verschoben durch einen besonders großen exportierbaren Produktionszuwachs in einer oder in beiden Regionen.

Die Art von Region, für die die Evaluierungsmethode von ISRAEL entwickelt wurde, ist ein typischer Fall dafür. Die Nachfragekurve für Transport kann im Fall III nicht ohne eine genaue

Schätzung des Wertschöpfungszuwachses prognostiziert werden. Daher kann der Nutzen nicht mehr mit irgendeiner Variante der Methode der Konsumentenrente gemessen werden, sondern nur noch mit der Methode des Produktions- oder Wertschöpfungszuwachses.

Bei solchen Merkmalen der Fälle II und III wird es, wenn wir sie mit unseren Erörterungen im Abschnitt II.C. betrachten, intuitiv offenbar, daß die einfache KR-Methode nicht angewandt werden kann. Einige allgemeine Gründe dafür werden wir im nächsten Abschnitt kennenlernen.

III.A.2. Allgemeine Kritik an einigen Annahmen der Methode der Konsumentenrente

Annahmen des Modells der Konsumentenrente

Die Methode der Konsumentenrente, mit der die Kostenersparnisse am besten gemessen werden, bestimmt einfach das Dreieck B_2, welches den sogenannten Entwicklungsnutzen reflektiert, auf graphische Weise. Wir betrachten hier nur dieses Dreieck, nicht seine Erweiterungen zu Trapezen, wie wir sie bei der Verschiebung der Nachfragekurve im Abschnitt II.C. kennengelernt haben. Betrachten wir wieder unser Grundmodell im Abschnitt II.A.1. und fassen seine Annahmen zusammen:

Gegeben sind die Punkte k_o, k_m und der Punkt T_o. Es wird angenommen,

1. daß man durch Befragungen und Schätzungen die Steigung der Nachfrage nach Transportleistungen feststellen kann, wie im Teil II.C. skizziert;
2. diese wurde außerdem linear angenommen.

Unter diesen Annahmen kann man T_m auf graphischem Wege finden, ohne daß zusätzliche, induzierte Verkehrsvolumen aus dem umständlich zu schätzenden zusätzlichen Einkommen herzuleiten.

Diese Methode ist, wie wir behaupten, nur anwendbar, wenn das Dreieck des Entwicklungsnutzens klein ist. Es ist klein unter den genannten Bedingungen:

3. daß die Änderung der Transportkosten nur sehr gering ist
4. daß das induzierte Verkehrsvolumen relativ gering im Vergleich zum normalen sein wird
5. daß sich die Nachfragekurve für Verkehr nicht verändert.

Es ist nun zu prüfen, wie weit diese Bedingungen im Fall II zutreffen. Zunächst ist ex definitione die vierte Bedingung nicht erfüllt, denn ein beträchtlicher Anteil von induziertem Verkehr charakterisiert Fall II.

Die dritte Bedingung ist schon eher einmal erfüllt: die Verringerung der Transportkosten z. B. gemessen an den gesamten Produktionskosten der wichtigen landwirtschaftlichen Güter ist oft nicht besonders groß; dies trifft erst im Fall III zu. Daher kann auch in einigen Fällen die zweite Bedingung, daß die Nachfragekurve angenähert als linear angenommen werden kann, zutreffen.

Dennoch ist dies eben nur in einigen Fällen zutreffend, in anderen versagt diese Methode. Es ist deshalb nötig, mehr über den Verlauf der Transportnachfragekurve zu wissen, insbesondere über den Teil, der die Hypothenuse des Dreiecks bildet. Man muß ihren Verlauf in zwei Fällen kennen: im Fall "ohne" und, schwieriger noch, im Fall "mit" der Zubringerstraße. Im Fall "mit" wiederum muß man streng genommen eine ganze Menge von Nachfragekurven kennen; z. B. eine für jedes der zehn Jahre Lebensdauer der Straße. Dasselbe erfordert die Bedingung 5., die wir schon im Abschnitt II.C. näher behandelt haben. Diese Tatsache wird oft übersehen, wenn man die Methode der Konsumen-

tenrente anwendet. Die neue Nachfragekurve für Verkehr muß ja, wie wir gesehen haben, ceteris paribus abgeleitet werden aus den neuen Angebotskurven für die wichtigsten Güter einer landwirtschaftlichen Mikroregion. Wir betrachten diese noch einmal vom Standpunkt des praktischen Evaluierers.

III.A.2.a. Verschiebung von Angebotskurven für Güter

Wir nehmen hier den Fall von nur zwei Gütern an: Reis und Gummi. Wie werden sich die Angebotskurven dieser Güter verändern, wenn Transportkosten sich sowohl für die Inputs zur Produktion dieser Güter als auch für ihren Export zum Markt beträchtlich ändern? Eine relativ genaue Analyse kann nur eine Menge von produktionstheoretischen Modellen in der Art des ISRAEL-Modells geben, bei denen wechselnde Technologien vorgesehen sind und die alle wichtigen landwirtschaftlichen Güter beschreiben. Wenn dies nicht möglich ist, muß man sich mit Schätzungen und Annahmen behelfen. Hierbei kann man zur Vereinfachung unterscheiden zwischen transportintensiven und transportextensiven Gütern. Ein Gut wie Reis, das einen relativ niedrigen Wert pro Tonne hat, wird auf Transportkostensenkungen stärker mit zusätzlicher Produktion reagieren als ein Produkt wie Gummi; denn bei Gummi machen die Transportkosten an den Gesamtkosten nur einen relativ kleinen Teil aus. Daher wird die Verschiebung der Angebotskurve bei Gummi geringer sein als bei Reis, und damit wird ceteris paribus auch der Produktionszuwachs bzw. der induzierte Verkehr für Gummi relativ gering bleiben.

Die Frage, wo das neue Gleichgewicht auf den Märkten in den Jahren 1, .. bis 10 liegen wird, kann über die Angebotskurven allein natürlich nur entschieden werden, wenn die ceteris paribus-Klausel gilt. Als konstant müssen vor allem angenommen werden:

- die Nachfragekurven von Reis und Gummi
- die Nachfragekurven von konkurrierenden Gütern
- die Preise der wichtigsten Inputs für die Produktion, wie Löhne, Traktoren und Düngemittel.

Es gelten also erstens alle Annahmen eines isolierten, partiellen Marktes; zweitens müssen die Annahmen der vollkommenen Konkurrenz gelten, damit unsere Analyse zutreffend ist. Beide Gruppen von Annahmen werden in der Praxis nicht zutreffen; das zeigt, wie komplex die Analyse des Produktionswachses sein müßte, und wie weit ein einfaches Modell des Consumer surplus daran entfernt ist, die induzierten Nutzen angemessen zu beschreiben.

III.A.2.b. Marktunvollkommenheiten

Welche Marktunvollkommenheiten werden hauptsächlich anzutreffen sein?

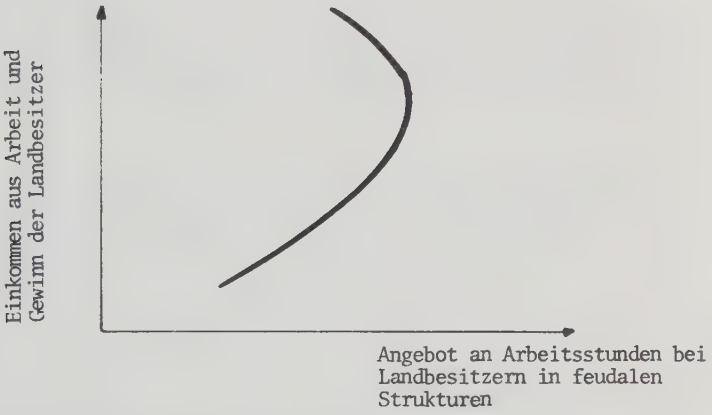
- Zunächst werden die Transportunternehmer und die Händler häufig einseitig Kartelle bilden, denn sie sind besser organisiert als Kleinbauern. Das ist auch vielfach beobachtet worden. Dadurch werden die Transportkosten für die Landwirte weder bei den Inputs noch bei den Outputs in erheblichem Maße sinken. Dadurch ist wiederum kein Anreiz zur Mehrproduktion gegeben.
- Außerdem besteht gerade in unterentwickelten landwirtschaftlichen Gebieten keine Markttransparenz, d. h. keine breite Information über Preise von Inputs und Fertigerzeugnissen; die Straße wird zwar einiges in dieser Richtung verbessern, was ein selten erkannter indirekter Nutzen ist, aber der Mangel an sonstigen Kommunikationsmitteln wie Radio und Zeitungen wird immer noch häufig verhindern, daß Ressourcen rasch an den Ort ihrer produktivsten Verwendung gelangen.

- Außerdem liegt in vielen landwirtschaftlichen Gebieten, wo keine Agrarreform stattgefunden hat, eine hohe Unterbeschäftigung vor. Landarbeitergewerkschaften können verhindern, daß die Löhne nach unten flexibel sind (Brasilien ist z. B. eines der wenigen Länder, wo Gewerkschaften kein Recht zur Lohnfestsetzung haben). In vielen anderen Ländern jedoch wird dies die Marktunvollkommenheit beeinträchtigen.

  Die Unterbeschäftigung verhindert auch, daß man Kostenersparnisse an Zeit und Material in vollem Umfang als Benefits betrachten kann. Denn Ressourcen, die durch die Strasseninvestition freigesetzt werden, werden dann nicht automatisch in neue Produktion umgesetzt. Dies ist einer der schwerwiegendsten Einwände gegen die Methode der Kostenersparnisse. Man kann zwar Schattenpreise zu schätzen versuchen, aber man muß zunächst feststellen, bei welchen Gruppen von Benutzern sie zutreffen. Dies kompliziert die Analyse erheblich.

- Schließlich bestehen institutionelle Blockaden für eine effiziente Allokation der Ressourcen. Die wichtigste in armen landwirtschaftlichen Gebieten ist häufig die fehlende Landreform: fruchtbare Böden bleiben häufig ungenutzt oder unterbeschäftigt, weil das Einkommen der Landbesitzer aufgrund erzwungener niedriger Löhne so hoch ist, daß ein Anreiz zur Mehrarbeit der Landbesitzer und damit Mehrproduktion der Region fehlt. Das hohe Arbeits- und Gewinneinkommen der Landbesitzer, vor allem im brasilianischen Nordosten, führt zu der bekannten nach innen geschwungenen Angebotskurve (vgl. Figur III.A.(2)). Die Tatsache, daß armen Bevölkerungsschichten der Zugang zur Landbewirtschaftung weitgehend verschlossen ist, stellt somit nicht nur von der Seite der Einkommensverteilung, sondern auch für die Anwendung unseres Cost-Benefit-Modells ein Problem dar.

Wir kommen also nach allem zu dem Ergebnis, daß der Teil des gesamten Nutzens der Straße, welcher im Modell der Konsumentenrente als Dreieck gemessen wird, nur mit vielen Daten zur Messung des Produktions- oder Einkommenszuwachses gemessen werden kann. Dieser Teil muß wesentlich genauer betrachtet werden.



Figur III.A.(2): Angebotskurve für Landbesitzer als Ursache für Unterbeschäftigung

III.A.2.c. Zusammenfassung und Zwischenergebnisse

(1) Im Abschnitt III.A. versuchen wir, einen praktikablen Kompromiß zwischen den Methoden der Konsumentenrente und der des Produktionszuwachses zu finden. Das PZ-Modell haben wir schon anhand des detaillierten mikroökonomischen LP-Modells kritisiert: es braucht zu viele Daten und ist selbst in seiner einfachsten Version noch zu kompliziert für die Mehrzahl der Fälle von ländlichen Straßen. Das KR-Modell hat

die entgegengesetzten Fehler: es ist zu einfach und hat daher große theoretische Mängel. Diese haben wir eingehend dargestellt.

(2) Zunächst haben wir die ländlichen Straßen genauer definiert. Hauptkriterium war der Anteil des induzierten Verkehrs am Gesamtverkehr. Straßen des Falles I bekommen vor allem in landwirtschaftlichen, relativ gut entwickelten Gebieten mit hohem Verkehrsaufkommen vor. Ihr Entwicklungsnutzen ist gering. Sie können durch die KR-Methode erfaßt werden. Um auch geringe Abweichungen von den Annahmen der KR-Methode zu berücksichtigen, soll die KR-Methode folgende Einzel-Untersuchungen enthalten:

(1) die Verteilung der Kostenersparnisse
(2) Erfassung des umgeleiteten und des vegetativen Verkehrs
(3) Berücksichtigung von Komplementärinvestitionen, die den Nutzen des Straßenprojekts erhöhen.

Fall III sind ländliche Straßen, die hauptsächlich mit dem entfernten Ziel gebaut werden, den allgemeinen Entwicklungsstand eines Gebietes anzuheben; das Unterziel der Transportkostensenkung spielt eine geringe Rolle. Für diesen Fall kommt weitgehend nur die Methode der Wertschöpfung infrage. Es muß untersucht werden, wie weit Elemente der KR-Methode mitverwendet werden können. Im Einzelfall ist zu entscheiden, ob die Straßen des Falles III als Einzelprojekt bewertet werden können. Häufig werden sie besser im Rahmen eines gesamten Entwicklungsprogrammes bewertet. Erst im Abschnitt III.B. wird eine vereinfachte PZ-Methode für Fall III entworfen. Am häufigsten treten Straßen des Falles III in der Form von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen auf.

Der Fall II ist der Übergang zwischen den Straßen, die mit einer verbesserten KR-Methode bewertet, und denen, die teilweise oder ausschließlich nur mit der PZ-Methode erfaßt werden können. An ihm analysieren wir die Beziehungen

zwischen den beiden Methoden. Fall II steht im Mittelpunkt des Interesses von Abschnitt III.A.3. Er ist vom Standpunkt der Theorie der NKA am schwierigsten zu bewerten. An ihm kritisierten wir den unreflektierten Gebrauch der KR-Methode im Detail.

(3) Folgende allgemeine Kritik ist an der bisherigen, häufig unreflektierten Verwendung der KR-Methode zu machen:

- Marktunvollkommenheiten werden nicht ausreichend berücksichtigt (Kartelle von Transportunternehmern, keine Weitergabe der Gewinne, keine Markttransparenz, hohe Unterbeschäftigung, fehlende Landreform).

- Die Nachfragekurve nach Verkehr wird einfach geometrisch ermittelt, ohne daß dazu Hintergrunduntersuchungen angestellt werden (evtl. nichtlinear, Senkung der Transportkosten evtl. nicht gering, die Nachfragekurve verschiebt sich evtl. im Zeitablauf).

III.A.3. Die Messung des Nutzens für Straßen im Fall II Die Methode der Konsumentenrente versus Methode des Produktionszuwachses

Einleitung

Wir fragen nun, wie im Fall II der Nutzen gemessen werden könnte. Wir gehen bei unseren folgenden Erörterungen immer von den Ergebnissen der Abschnitt II.B. und II.C. aus. In Abschnitt II.B. hatten wir gezeigt, auf welche Weise das zukünftige Verkehrsaufkommen prognostiziert werden kann. Durch herkömmliche Methoden der Regressionsanalyse war es nicht möglich, weil dazu die Produktionsstruktur jedes Gebietes zu verschieden sein kann und nicht genügend Vergleichsregionen vorliegen. Durch

große Simulationsmodelle war es ebenfalls nicht möglich, weil diese für den Bereich einer Subregion nicht vorhanden sind bzw. weil dafür zu viele Daten gebraucht würden.

Die KR-Methode, so haben wir in den Abschnitten II.C.4. bis II.C.6. gesehen, wird häufig so angewandt, als wäre es sehr einfach, das induzierte Verkehrsvolumen zu prognostizieren. Sie wird sozusagen in "genialer Vereinfachung" angewandt. Wir wollen dagegen zeigen, wie der induzierte Verkehr in ländlichen Entwicklungsregionen richtig geschätzt wird.

Ein zentraler Punkt unserer Analyse im Abschnitt III.A.3. soll sein, zu beweisen, daß die KR-Methode, wenn sorgfältig durchgeführt, nicht unbedingt eine einfachere Methode ist, als die PZ-Methode. Dies ist ein Irrtum vieler Lehrbücher über NKA im Straßenbau in Entwicklungsgebieten. Wir wollen zeigen, wie die PZ-Methode mit der KR-Methode zusammenhängt und wieso man sagen kann, daß die PZ-Methode sogar als Teilmethode einer guten Evaluierung mit der Methode der Konsumentenrente angesehen werden kann.

Wir schlagen zunächst drei grundlegende Maße für die Methode der Konsumentenrente vor (Abschnitt III.A.3.a.). Dann vergleichen wir die beiden großen Wege zur Nutzenmessung, die KR-Methode und die PZ-Methode, für den Fall II. Wir gehen dabei grundsätzlich von den beiden Verfahren aus, mit denen VAN DER TAK/RAY die Konsumenten- und die Produzentenrente messen: der Fläche unter der Nachfragekurve für Verkehr und den beiden Flächen im Zwei-Regionen-Modell.

Dabei erörtern wir zunächst in Abschnitt III.A.3.b., wie die Konsumentenrente auf dreierlei Weisen praktisch gemessen werden kann; weiter fragen wir, wie weit die Messung der Wertschöpfung für die Messung der einzelnen Komponenten der KR gebraucht wird, d. h. wie weit die PZ-Methode eine Bedingung für die KR-Methode ist.

Gleichzeitig werden in diesem Zusammenhang die theoretischen Einwände weiter ausgeführt, die BROWN/HARRAL gegen den Gebrauch der KR-Me-

thode in landwirtschaftlichen Entwicklungsregionen erhoben haben. Aus dieser Erörterung ergeben sich erste Linien, die die Vorteile und die Nachteile beider Methoden für die praktische Evaluierung von Straßen des Falles II skizzieren.

Im Abschnitt III.A.3.c. gehen wir noch detaillierter auf ein Kriterium ein, das über die Anwendbarkeit der KR-Methode und der PZ-Methode im Fall II entscheidet. Wir fragen, welche Methode jeweils vorzuziehen ist, wenn der Anteil des induzierten Verkehrs am gesamten Verkehrsvolumen steigt.

Im Abschnitt III.A.4.a. nehmen wir an, daß das induzierte Verkehrsvolumen so klein ist, daß man mit der KR-Methode arbeiten kann. Wir fragen, welches der drei Maße innerhalb der KR-Methode dann vorzuziehen ist, um mit einer annehmbaren Kombination von Prognosegenauigkeit und Aufwand für Datenbeschaffung Straßen des Typs II zu bewerten.

Im Abschnitt III.A.4.b. erörtern wir schließlich, durch welche Nutzenkomponenten die Methode der Konsumentenrente in der praktischen Evaluierung ergänzt werden müßte, damit sie Strassen des Falls II auf einfache Weise, aber möglichst vollständig, beschreibt.

III.A.3.a. Drei grundsätzliche Maße für die Kostenersparnisse, wenn Konsumenten- und Produzentenrenten mit einbezogen werden

(1) Die Komponenten der Methode der Konsumentenrente

Im Abschnitt II.A.1. haben wir gezeigt, daß man den Nutzen mit der Methode der Konsumentenrente auf zweierlei Weise äquivalent messen kann, wenn man gewisse Annahmen macht: entweder als Nutzen unter der Transportnachfragekurve (Figur (1) in Abschnitt II.A.1.) oder im Zwei-Regionen-Modell (Figur (2) in Abschnitt II.A.1.). Um zu einer praktischen Methode für die Messung des Nutzens im Fall II zu kommen, und um die Qualitäten der KR-Methode mit denen der PZ-Methode vergleichen zu können, betrachten wir diese Figuren genauer und definieren drei grundsätzliche Maße für die KR-Methode. Der Netto-Nutzen könnte grundsätzlich in dreierlei Form gemessen werden:

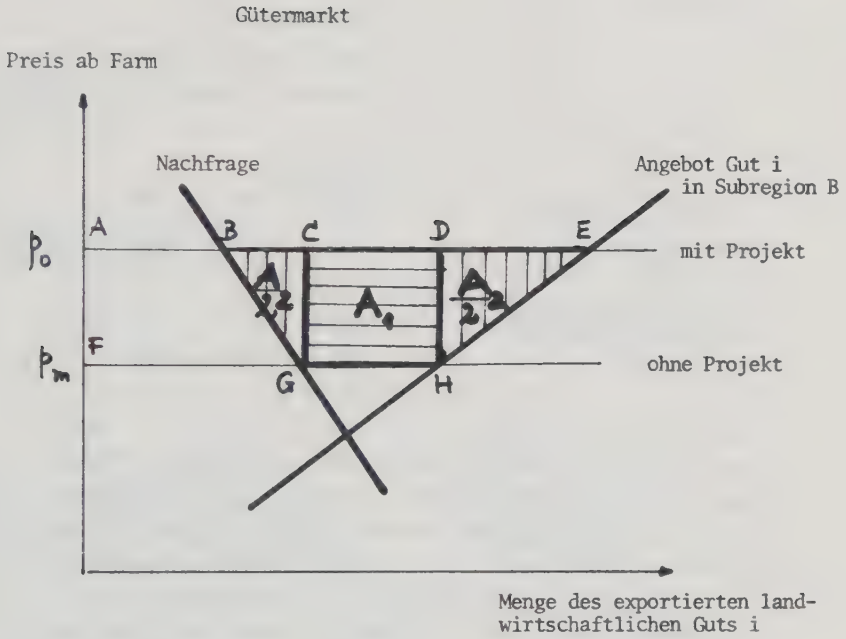
$$NN_{(1)} = A_1 + A_2$$

$$NN_{(1a)} = A_1 + A_2 + I_1 + I_2$$

$$NN_{(2)} = B_1 + B_2 \quad \text{in verfeinerter Form}$$

$$NN_{(3)} = B_1 + A_2$$

Was diese Symbole bedeuten, wird aus den Figuren III.A.3.(1) und (2) ersichtlich, in denen das Zwei-Regionen-Modell und der Nutzen unter der Transportnachfragekurve genauer untersucht werden. $A_1 + A_2$ ist der Gewinn an Produzentenrente in Region B; $B_1 + B_2$ ist der Nutzen aus normalem und induziertem Verkehr unter der Nachfragekurve für Verkehr.



Figur III.A.3.(1): Der Netto-Gewinn an Produzentenrente auf den Märkten für transportierte Güter

Erklärungen:

Fläche A_2 = BCG + DEH

Fläche A_1 = CDHG

Den folgenden Definitionen und Beziehungen liegt die Annahme zugrunde, daß nur die Netto-Produzentenrente in Region B als Nutzen gerechnet wird. Wie weit das praktisch ist, wird später erläutert. In Figur III.A.3.(1) gelten folgende definitorische Beziehungen.

Exporte ohne das Projekt	=	Produktion - Eigenverbrauch
	=	FH - FG = GH
	=	"Normale Exporte"
Exporte mit dem Projekt	=	AE - AB = BE
	=	BC + CD + DE
	=	GH + (BC + DE)
	=	"Normale Exporte" + "Induzierte Exporte"
Gewinn an Produzentenrente	=	AEHF = ADHF + DEH
Verlust an Konsumentenrente	=	ABGF = ACGF - BCG
Netto-Gewinn an Produzentenrente	=	ADHF + DEH - ACGF + BCG
	=	CDGH + (BCG + DEH)
	=	$A_1 + A_2$

Das ist der Gewinn der Region B auf "normalen" Export + Gewinn auf "induziertem" Export. Es wird hierbei angenommen, daß die Angebots- und Nachfragekurven aller exportierten landwirtschaftlichen Güter $i = 1,2,\ldots,n$ aggregiert wurden.

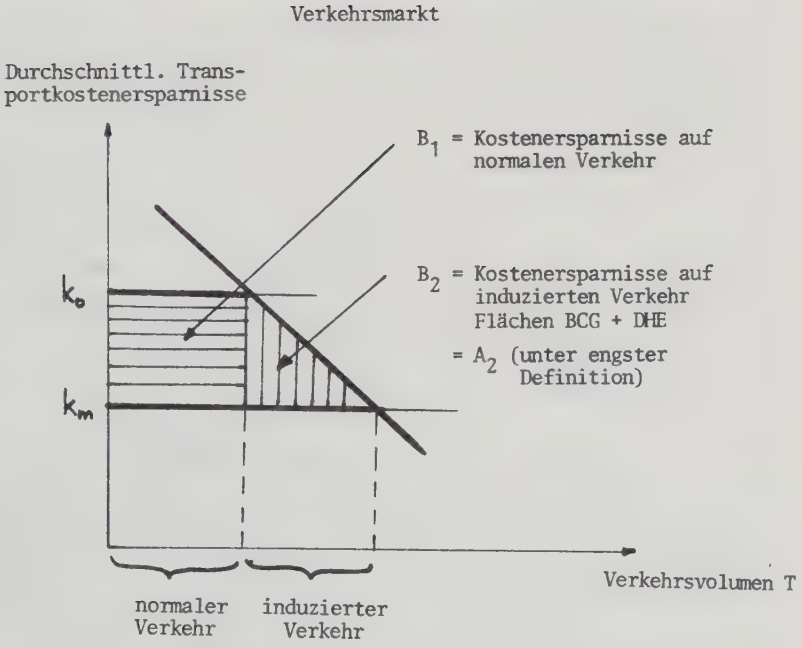
In der Praxis dagegen hat man eine Menge A_{1i} mit $i = 1,2,\ldots,$ von Rechtecken aller "normalen" Nutzen auf Exportgütern und eine Menge A_{2i}, das ist die Menge aller Dreiecke, die die induzierten Nutzen aller Güter $i = 1,2,\ldots,n$ angeben, und bei denen gilt

$$\sum_{i=1}^{n} A_{1i} = A_1$$

$$\sum_{i=1}^{n} A_{2i} = A_2$$

Symbolisch

In analoger Weise wird die Figur III.A.3.(2) konstruiert. Sie basiert auf denselben einschränkenden Definitionen.



Figur III.A.3.(2): Die Beziehung zwischen den Märkten der transportierten Güter und dem Verkehrsmarkt

Für Abschnitt III.A.3.b. wird später gelten:

$B_1 > A_1$ und $B_2 > A_2$, denn es wird angenommen, daß

sowohl das normale als auch das induzierte Verkehrsvolumen aus Exporten und Importen in jeder der beiden Regionen besteht.

(2) Der Gesamtnutzen im Zwei-Regionenmodell

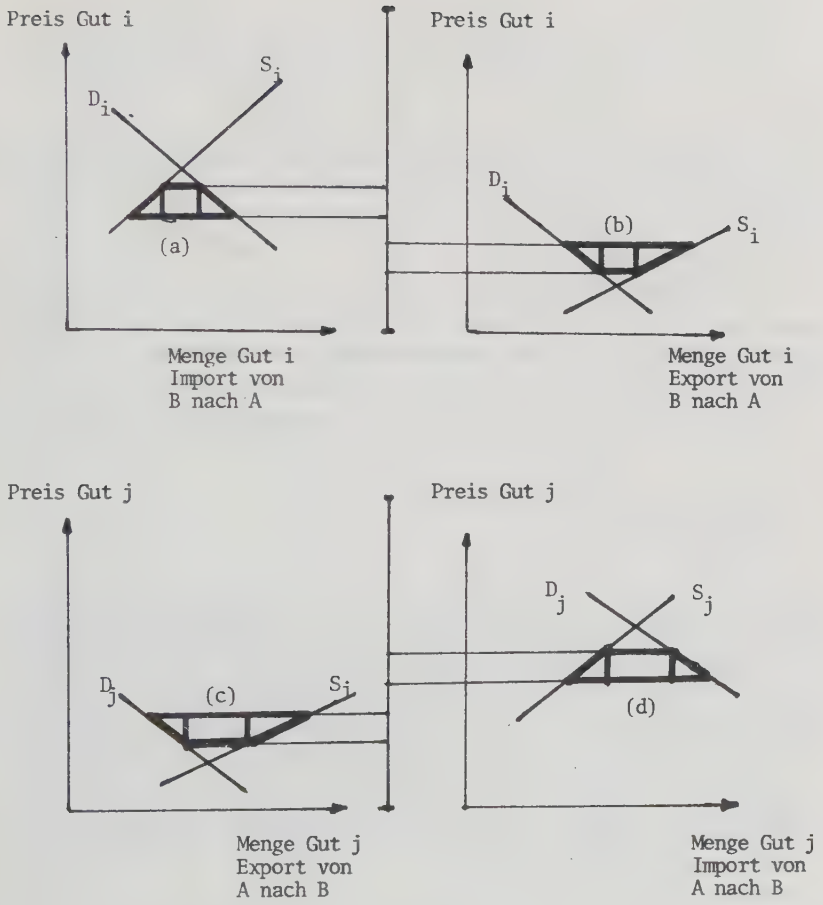
Um die Figuren (1) und (2) vergleichbar zu machen, müssen wir zunächst definieren, was als gesamter Nutzen einer Straße zwischen den Regionen A und B definiert werden soll.

In Figur III.A.3.(3) haben wir vier Trapeze eingezeichnet, die als Differenzen zwischen Konsumenten- und Produzentenrenten zu interpretieren sind. Die Trapeze (a) und (b) gelten für die Güter, die von Region B nach Region A exportiert werden. Die Trapeze (c) und (d) dagegen stellen die Nutzen für die Güter dar, die aus Region A in die landwirtschaftliche Region B importiert werden. Als Gesamtnutzen kann man nun theoretisch die Kombinationen aller Trapeze in Gruppen zu 4, 3, 2 oder 1 Trapezen definieren. Wir wählen hier vier Kombinationen aus, die uns für die Praxis am interessantesten erscheinen:

1. GN_1 = (a) + (b) + (c) + (d)

Dies ist die Definition des Gesamtnutzens in der umfassendsten Form. Er besteht aus 2 Trapezen, die den Gewinn an Produzentenrente, und zweien, die den Gewinn an Konsumentenrente wiedergeben. Je nachdem, welcher von diesen Teilnutzen am schwierigsten zu bewerten ist, kann man einen oder mehrere von ihnen in der Definition des Gesamtnutzens wegfallen lassen. Wir können z. B. annehmen, daß die Nettoproduzentenrente (c) in der Region A nicht zu erheblich oder sehr schwer erfaßbar ist. (Das wird häufig der Fall sein, wenn dies die Marktregion mit einer komplizierten Produktionsstruktur ist, während Region A eine agrarische Region mit einfacher Input-Output-Tabelle ist.) Dann beschränken wir uns auf folgende Definition der Gesamtnutzen:

Region A Region B



Figur III.A.3.(3): Der Gesamtnutzen auf den Gütermärkten im Zwei-Regionen-Modell

2. GN_2 = (a) + (b) + (d)

Wir können uns aus Gründen wie leichterer Erfaßbarbeit noch mehr auf die ländliche Region B beschränken wollen. Wir nehmen dann an, daß auch die Nettokonsumentenrenten für die in die Provinzstadt importierten Güter aus B unwichtig sind, und beschränken uns auf zwei Trapeze.

3. GN_3 = (b) + (d)

Schließlich können wir GN_4 definieren, wenn wir der Meinung sind, daß auch die Nettokonsumentenrenten für die in Region A importierten Güter zu schwer zu erfassen oder zu unbedeutend sind. Dann betrachten wir nur das Trapez der Produzentenrente in der Region B. Das wird besonders bei kleineren Strassen des Falles III zutreffen.

4. GN_4 = (b)

VAN DER TAK/RAY haben in ihrem Zwei-Regionen-Modell angenommen, daß lediglich Güter von B nach A transportiert werden. Deshalb haben sie als Gesamtnutzen lediglich die Trapeze (a) und (b) betrachtet. Wir betrachten in unseren Erörterungen im Abschnitt III.A.3.b. wegen der theoretischen Vollständigkeit zum Teil alle vier Trapeze, wenn wir von der Nutzenmessung durch die Flächen $B_1 + B_2$ sprechen. Für die praktische Anwendbarkeit vereinfachen wir dann und betrachten nur die Trapeze (b) und (d). Das sind

- der Gewinn an Produzentenrente bei der zu entwickelnden Region B (Trapez (b) oder $A_1 + A_2$) und
- der Gewinn an Konsumentenrente bei der gleichen Region B (Trapez (d)), welcher entsteht aufgrund von Importen nach Region B, die nur aufgrund der Straße möglich sind. Er wird beschrieben durch $I_1 + I_2$. Wir beschränken uns also auf die Nutzen, welche ausschließlich in der Region

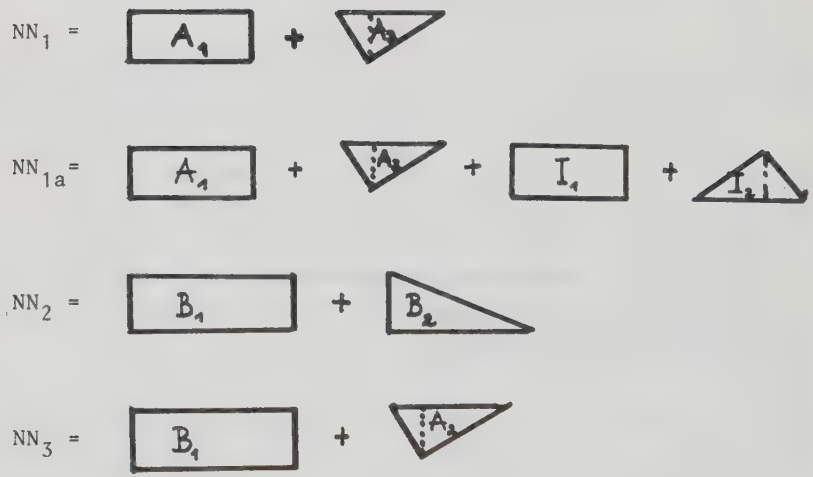
B entstehen. Das ist eine Einschränkung, die lediglich aus praktischen Gründen gemacht wird. Wir könnten unsere theoretischen Ausführungen ebenso auf alle vier Trapeze ausdehnen.

Wir sind jedoch der Meinung, daß in der Praxis der Evaluierung die Erhebung von guten Daten aus einer Region allein schon genügend Aufwand bedeutet. Da die Region B nach unseren Annahmen entwickelt werden soll, messen wir den Nutzen später nur in ihr. Wir nehmen an, daß in die Region B auch Güter aus A importiert werden. Der normale Verkehr in Figur III.A.3.(2) setzt sich daher zusammen aus einem Anteil von Importen und einem Anteil von Exporten; das gleiche gilt für den induzierten Verkehr.

Die Flächen A_1 und A_2 dagegen sind enger definiert. Sie betreffen nur das Trapez (b), das die Netto-Produzentenrente in der Region B widerspiegelt. Die Betrachtung im Zwei-Länder-Modell kann erweitert werden, wenn man noch die Netto-Konsumentenrente in Region B dazunimmt. Sie wird durch die Flächen I_1 und I_2 angegeben. Die Beziehungen in den Figuren (1) und (2) sind zunächst äußerst einfach gehalten. Erst im Abschnitt III.A.4. diskutieren wir einige Verfeinerungen, die man in der praktischen Evaluierung machen müßte.
In Analogie zu den Figuren (1) bis (3) können wir unsere Nutzen-Maßstäbe symbolisch wie folgt darstellen (Figur III. A.3.(4)).

Das Trapez $B_1 + B_2$ kann nach diesen Definitionen gleichgesetzt werden mit allen drei Nutzenmassen GN_1 bis GN_3, auf den Gütermärkten also gleich sein der Fläche von allen Trapezen bis nur zu den beiden Trapezen (b) + (d). Wir betrachten später genauer nur die Fälle, in denen gilt:

$$B_2 = A_2$$
$$B_2 = A_2 + I_2$$



Figur III.A.3.(4): Symbolische Darstellung der Nutzen-Maßstäbe

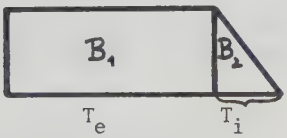
Bevor wir mit der Analyse beginnen, sollen noch einige Erläuterungen vorausgeschickt werden:

(a) Bei unseren Betrachtungen beziehen wir die Gewinne an Konsumentenrenten, welche den T r a n s p o r t u n t e r n e h m e n auf dem Transportmarkt entstehen, nicht ein. Wie das gemacht werden müßte, haben wir im Grundmodell der KR-Methode gezeigt. Es würde die Analyse unnötig komplizieren.

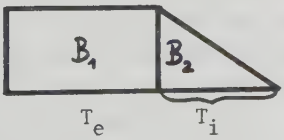
(b) Bei der Schätzung des zukünftigen Verkehrsvolumens betrachten wir außerdem nicht den Personenverkehr, sondern nur den Güterverkehr. Daher ist die Wertschöpfung die entscheidende Determinante für T_i. Würde der Per-

sonenverkehr mit einbezogen, so müßten noch zusätzliche Daten über die geographische Verteilung der Bevölkerung beschafft werden (die Daten über das Wachstum der Bevölkerung sind schon nötig als Hintergrunddaten für die Schätzung von ΔX).

(c) Wir betrachten grundsätzlich zwei Größen der Fläche B_2: Den Grenzfall der Straße des Typs II mit dem Typ I, und den Grenzfall mit dem Typ III. Die Wahl zwischen der KR-Methode und der PZ-Methode hängt nämlich entscheidend davon ab, wie groß T_i ist im Vergleich zu T. Das ist ceteris paribus das gleiche, wie wenn wir die Größenverhältnisse von B_1 und B_2 vergleichen. Es gibt also schematisch dargestellt die folgenden beiden Grenzfälle bei Straßen des Typs II:



Grenzfall Straßentyp I und II



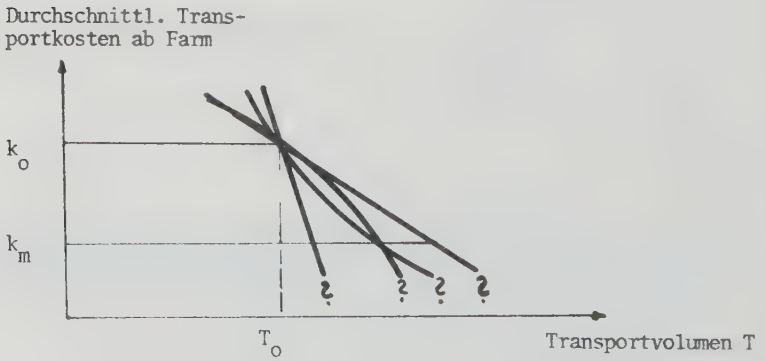
Grenzfall Straßentyp II und III

Das gesamte Verkehrsvolumen T kann dabei das gleiche sein. Wir werden sehen, daß die Messung von B_2 verschieden sein muß in diesen Grenzfällen.

(d) Wie werden die Flächen B_1 und B_2 gemessen?

Die Messung der Fläche B_1 stellt keinerlei Schwierigkeiten dar. Man muß sich nur entscheiden, ob man sie definiert als Kostenersparnisse gemessen auf den bestehenden Verkehr oder auf den normalen Verkehr. Wenn es Kostenersparnisse auf dem normalen Verkehr sind - was meistens der Fall sein wird -, so muß prognostiziert werden, um wieviel Prozent das Verkehrsvolumen wachsen würden, wenn die Straßeninvestition nicht gemacht würde. Das kann dann schon schwierig werden, wenn das vegetative Wachstum sehr unregelmäßig oder wegen anderer Investitionen sehr unterschiedlich im Vergleich zu den Vorjahren sein wird. In diesem Fall kann es schon ratsam sein, ein Modell zur Berechnung der Wertschöpfung zu benutzen.

Falls das normale Wachstum des Verkehrs stetig verläuft, bleibt nur die Schwierigkeit, das Dreieck B_2 zu schätzen. Wenn sich die Nachfragekurve nicht parallel verschiebt, kann dieses Dreieck die folgenden Formen haben (Figur III.A.3.(5)):



Figur III.A.3.(5): Mögliche Verläufe der Verkehrsnachfragekurve, wenn keine Parallelverschiebung vorliegt.

Wichtigste Voraussetzung hierbei ist, daß nicht alle Nachfrager von Verkehrsleistung im Laufe der Zeit zu gleichen Transporttarifen mehr auszugeben bereit sind (Verschiebung der Nachfragekurve), sondern daß lediglich neue, marginale Nachfrager dazukommen, die bisher nicht transportiert hatten.

Die Steigung der neuen Nachfragekurve kann sich verändert haben, auch wenn der alte Punkt (k_o, T_o) noch auf der Kurve liegt. Ebenso kann sich die Form der Nachfragekurve verändert haben. Sie kann konvex oder konkav geworden sein. Schließlich besteht die Möglichkeit, daß sie sich parallel verschoben hat, oder daß alle drei Veränderungen der Nachfragekurve zusammenwirken. Nur wenn die Veränderungen der Nachfragekurve nicht über ein gewisses Mass hinaus erheblich waren, kann man mit einer angepaßten Methode der Konsumentenrente arbeiten (vgl. Abschnitt II.C.).
Das Dreieck des induzierten Nutzens wird, - außer durch die Nachfragekurve -, auch durch die Größe des induzierten Verkehrs bestimmt. Wir fragen nun, woraus der induzierte Verkehr besteht.

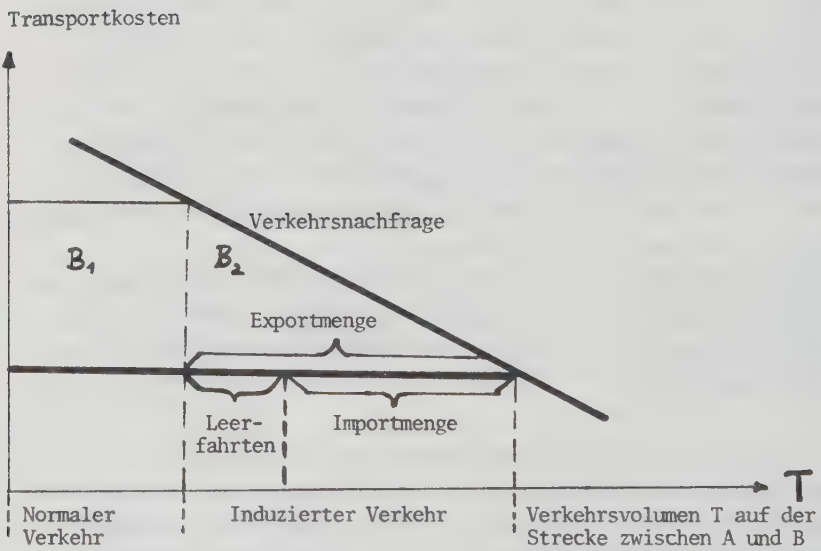
Wir wollen den induzierten Verkehr nicht nur in einer, sondern in beiden Richtungen zwischen Region A und B ermitteln. Der induzierte Verkehr wird dann berechnet aus den hauptsächlichen Importgütern (T_i^{IM}, z. B. fünf Güter) und den Haupt-Exportgütern (T_i^{EX}, z. B. drei Güter). Um den tatsächlichen induzierten Verkehr zu berechnen, muß man wissen, welche Gütermengen täglich von B nach A exportiert werden, und welche am gleichen Tage von A nach B importiert werden. Daraus kann man berechnen, wieviele Leerfahrten in einer Richtung nötig sind (vgl. Figur III.A.3.(6)). Ist

$$T_i^{EX} > T_i^{IM} ,$$

so entsteht ein Saldo von Leerfahrten von B nach A. Ist umgekehrt

$$T_i^{IM} > T_i^{EX}$$

so entstehen Leerfahrten von A nach B. Der jeweils größere Betrag muß als T_i betrachtet werden und schließt evtl. einige Leerfahrten mit ein.



Figur III.A.3.(6): Zusammensetzung des induzierten Verkehrs

Die gleichen Überlegungen gelten entsprechend für die Bestimmung des normalen Verkehrsvolumens über die Lebensdauer der Straße. Er muß zunächst ebenfalls aus den Größen "importierter" und "exportierter" Verkehr in jeweils einer Richtung bestimmt werden.

Im Zwei-Regionen-Modell in Figur III.A.3.(3) hatten wir das Transportvolumen genau getrennt zwischen Export- und Importvolumen. Daher werden sie nur in einer Richtung gemessen: einmal von Region A nach B, dann umgekehrt. Die gegenseitige Aufrechnung erst macht es möglich, daß man das Gesamtvolumen als Verkehrsvolumen in beiden Richtungen definiert. Man kann aber ebenso in Figur III.A.3.(6) das importierte und das exportierte Volumen getrennt oder additiv einzeichnen. Dann wird das Verkehrsvolumen T eben einmal in Richtung BA gezählt. Dies wäre der genauere Weg. Er entspricht dem Zwei-Regionen-Modell, das ja auch das genauere Verfahren darstellt. Wir führen die Analyse demnächst immer wegen der größeren Klarheit anhand des Zwei-Regionen-Modells durch.

Die Zahl der Leerfahrten kann im Jahresablauf stark schwanken. Besonders dann, wenn Erntezeit ist, wird der Export wesentlich größer sein als der Import. Allgemein kann man sagen: die importierten Güter werden bei vorwiegend landwirtschaftlicher Produktion oft den gewichtsmäßig kleineren Anteil ausmachen, da sie häufig von höherem Verarbeitungsgrad sein werden als die landwirtschaftlichen Exportgüter. Genaueres kann man jedoch ohne Betrachtung des speziellen Falles kaum sagen. Es gibt keinen Weg, der es einem erspart, außer der exportierten Gütermengen auch die importierten Gütermengen zu berechnen. Die Tatsache, daß in vielen KR-Modellen nur der exportierte Verkehr auf dem Hin- und Rückweg einer Strecke berechnet wird (so z. B. im Modell von VAN DER TAK/RAY[1]), ist eine Vereinfachung, deren Realitätsnähe im Einzelfall geprüft werden muß. Solche Arten von Vereinfachungen machen das KR-Modell zwar immer sehr attraktiv, sie machen es aber auch wirklichkeitsfremd.

Wir können also zusammenfassen: Es genügt nicht, die exportfähige Jahresproduktion und die jährlichen Importmengen zu kennen. Man muß auch wissen, wie diese Transportnachfrage

---

1) Vgl. Abschnitt II.A.1.

über das Jahr zeitlich verteilt ist. Lediglich langfristig hat man einen allgemeinen Anhaltspunkt: Der W e r t der importierten und exportierten Gütermengen muß langfristig ausgeglichen sein.

Zwischenergebnis

Als Zwischenergebnis können wir festhalten: alle Einwände, die grundsätzlich gegen die ceteris paribus-Klausel gemacht werden, welche der Methode der Konsumentenrente zugrundeliegt, gelten für jedes ihrer drei Verfahren. Wenn die Realität im durchschnittlichen Jahr nach dem Bau der Straße in einem unvertretbaren Maß von den Annahmen der Methode der Konsumentenrente abweicht, muß der Nutzen durch den Wertschöpfungszuwachs gemessen werden. Wann das der Fall ist, können wir bisher nur in allgemeinster Form angeben: die Abweichung muß als unzumutbar angesehen werden, wenn die Kosten, die durch falsche Evaluierung mit Hilfe der vereinfachten Konsumentenrente und daraus resultierende Fehlinvestition entstehen, gleich oder größer sind als die zusätzlichen Kosten, die entstehen, wenn man statt der Methode der Konsumentenrente mit der der Wertschöpfung arbeitet.

Wann dies der Fall ist, kann nur im Einzelfall zu entscheiden versucht werden. Da sowohl die Kosten von Schäden falscher Evaluierung und damit schlechter Allokation der Ressourcen, als auch die Kostendifferenz zwischen den beiden Methoden nicht eindeutig meßbar sind, bleibt diese Entscheidung dem einzelnen Planer überlassen. Daten hierüber könnten nur in einer langfristigen, breit angelegten Feldstudie beschafft werden, wie wir sie im Abschnitt I.C. skizziert haben. Man müßte z. B. eine Stichprobe von hundert repräsentativen Evaluationen in agrarischen Räumen mit den beiden verschiedenen Methoden durchführen. Die Stichprobe müßte verschiedene Entwicklungsstufen dieser Räume widerspiegeln. Die Kosten für die Evaluationen müßten die gleichen sein. Nach spätestens jeweils zehn Jah-

ren müßte eine Nachevaluierung gemacht werden, um die Prognosegenauigkeit jeder dieser Methoden bei allen verschiedenen Straßen der Fälle II und III zu prüfen. Nur dann könnte man empirisch feststellen, wo sich die Kostendifferenzen aus unterschiedlichen Methoden und die Kosten für mangelnde Zuverlässigkeit der Prognosemethode gerade ausgleichen. Man ist jedoch noch weit entfernt davon, solche Daten zu beschaffen.

Die Notwendigkeit, ein vollständiges Modell für die Schätzung des Produktionszuwachses zu benutzen, besteht natürlich dann nicht, wenn man eine gute Vergleichsregion hat, aus der Daten über den Produktionszuwachs in solchen Details vorliegen, daß man nicht nur den Produktionszuwachs vor und nach dem Bau der Straße übertragen kann, sondern ihn auch für den Fall " o h n e " schätzen kann.

Über die Schwierigkeit, eine solche Vergleichsregion mit ausreichenden Daten zu finden, haben wir im Abschnitt I.C.1. gesprochen. Dennoch wird dies häufig ein gangbarer Ausweg sein, falls andernfalls die Kosten für die Evaluierung zu hoch würden. Zumindest kann man von dort einige Daten und Ergebnisse übernehmen, die relativ unabhängig von der besonderen sozioökonomischen Situation eine Vergleichsregion sind (vgl. Abschnitt III.D.). Diese grobe Schätzung des Produktionszuwachses bildet dann eine der wichtigen Grundlagen für die Schätzung des induzierten Verkehrs und eventueller Einkommenseffekte, die die Verkehrsnachfragekurve verschieben können. Es ergibt sich aber aus den Erörterungen dieses Abschnitts, daß man die Größe T_i aus einer Vergleichsregion nicht übernehmen sollte, ohne die Vergleichbarkeit der Größen $A_1 + A_2$ und $I_1 + I_2$ geprüft zu haben.

Es scheint bis hierher, daß der Fall II, in dem vorwiegend mit der Methode der Konsumentenrente gearbeitet werden kann, sehr eng gefaßt werden muß, und daß ein großer Teil der Straßen in

ländlichen Entwicklungsregionen, wo die Verkehrsinvestitionen gerade mit der Absicht der Erhöhung des Regionalproduktes gemacht wurde, zum Fall III gezählt werden muß, wo man nur durch Messung des Produktionszuwachses den Nutzen angemessen erfassen kann. Dies wird umso mehr der Fall sein, je mehr man bestrebt ist, den Entwicklungsnutzen der Straße durch Ergänzungsinvestitionen zu erhöhen. Im Falle von diesen Investitionspaketen wird es kaum noch Straßeninvestitionen geben, deren Nutzen man ausreichend mit den Kostenersparnissen angeben kann.

III.A.3.b. Die praktische Messung der Komponenten der Methode der Konsumentenrente im Vergleich zur Messung nach der Methode des Produktionszuwachses

(1) Die Beziehung zwischen der Wertschöpfung und dem induzierten Verkehr

Um den Einfluß der Wertschöpfung auf die Netto-Konsumentenrente zu bestimmen, fragen wir zunächst: wie weit bestimmt die zusätzliche Produktion die Menge der exportierten und der importierten Güter?

Wir behaupten: die zusätzliche Wertschöpfung allein, die man möglicherweise mit einem produktionstheoretischen Modell errechnet hat, entscheidet auf direktem Wege nur sehr wenig über die Größe des exportierten Volumens und noch weniger über die Größe des importierten Volumens. Das ist eine Tatsache, die in den Lehrbüchern über die Prognose des Verkehrsvolumens oft übersehen und so gut wie nie eingehender dargestellt wird. Deshalb herrscht auch eine weitverbreitete Unsicherheit über die Beziehungen zwischen den beiden Methoden, und deshalb werden diese Methoden als grundverschieden betrachtet. Wir wollen diese Behauptung im folgenden beweisen.

Hat man die zusätzliche Wertschöpfung errechnet, so muß man zunächst entscheiden, welcher Teil der Wertschöpfung im repräsentativen Jahr mit der Straßeninvestition exportiert wird und welcher Teil in der Region verbraucht wird. Dies kann geschehen mit einem der Zwei-Regionen-Modelle, wie sie bei VAN DER TAK/RAY verwendet worden sind[1]. Betrachten wir Figur III. A.3.(7)

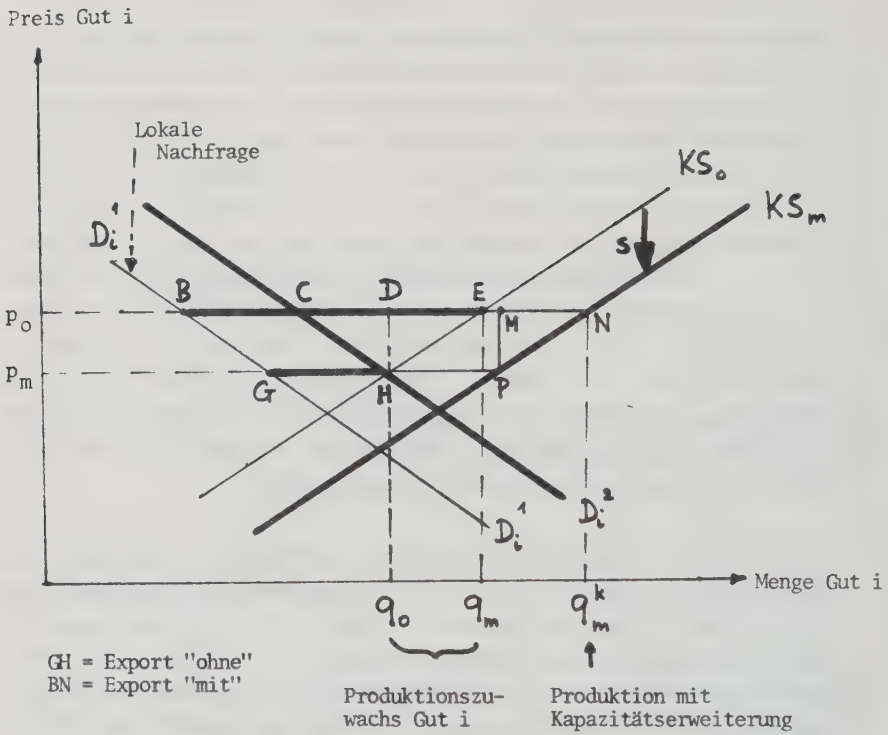
Wir nehmen zunächst an, daß sich die Angebotskurve für jedes der z. B. drei Hauptgüter der Region B nicht verschiebt. Dann kann die gesamte exportierbare Menge festgestellt werden, (wie in Figur III.A.3.(1) bei der Erklärung des Dreiecks A_2 beschrieben). Die zusätzliche Produktion würde DE oder $(q_m - q_o)$ betragen, wenn sich die Angebotskurve eines Exportgutes nicht verschiebt; d. h. dies gilt vorwiegend kurzfristig. Der zusätzliche Export würde (EB - CD) betragen.

Wenn sie sich aber aufgrund von endogenen Kapazitätserhöhungen zu KS_m verschiebt, so wird, wie im Kapitel II.C. eingehend erörtert, der Produktionszuwachs DN oder $(q_m^k - q_o)$ betragen. Das führt dann wieder zum Problem der Verschiebung der Nachfragekurve nach rechts und zu einer wesentlich komplexeren Nutzenmessung, wie wir sie in Figur II.C.(2b) graphisch dargestellt hatten. Wenn sich dagegen die Nachfragekurven auf den Gütermärkten z. B. aufgrund höherer Weltmarktpreise von D_i^1 nach D_i^2 nach rechts verschöben [2] und dadurch ein exogener Produktionszuwachs bzw. eine Verschiebung der Verkehrsnachfragekurve nach rechts ergäbe, so hätten wir den zusätzlichen Nutzen zu messen, wie in II.C.(2a) veranschaulicht.

---

1) Vgl. VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: The Economic Benefits ..., S. 7.

2) Vgl. Figur III.A.3.(7)



Figur III.A.3.(7): Die Beziehung zwischen der Wertschöpfung und dem induzierten Verkehr

Wir sehen aus diesen Betrachtungen: die Kenntnis des Produktionszuwachses allein nützt nichts. Man muß vielmehr die Preiskonstellationen, d. h. die Angebots- und Nachfragekurven auf den Märkten in Region A und B kennen, um festlegen zu können, welchen Betrag der zusätzliche Export, d. h. das zusätzliche Transportvolumen allein des Gutes i ausmacht. Man sieht an einem solchen Zwei-Regionen-Modell, daß der Teil der zusätzlichen Produktionsmenge, der exportiert wird, keineswegs die

einzige Variable für die exportierbare Menge ist. Aufgrund der Preiskonstellationen auf den Märkten in den Regionen A und B kann es sogar vorkommen, daß der Export eines landwirtschaftlichen Gutes sinkt, obgleich die Produktion in der Region B zunimmt. Zwei von den drei angebauten Haupterzeugnissen werden zum Beispiel bei den angenommenen Preiskonstellationen nicht exportfähig sein.

Die angegebenen Zwei-Regionen-Preismodelle müsste man im Idealfall nicht nur für alle in Region B produzierten Güter aufstellen, sondern auch für die wichtigsten der in Region A produzierten Güter, denn andernfalls kann man das i n d u z i e r t e I m p o r t - Verkehrsvolumen nicht prognostizieren. Es zeigt sich damit schon nach relativ kurzer Analyse, daß die Prognose des Dreiecks der induzierten Nutzen im Fall von großen Veränderungen, die der Verkehrsinvestition folgen, äußerst kompliziert ist. Erstens ist es nicht leicht festzustellen, wie weit der Einkommenszuwachs und die Veränderung der relativen Preise die Nachfragekurve nach Verkehr verändern, und zweitens ist es noch schwieriger festzulegen, wie groß der induzierte Verkehr sein wird.

Beide Größen hängen zwar entscheidend von der Höhe der Wertschöpfung ab; daher kann man auf die Berechnung der Wertschöpfung nicht verzichten, und zwar desto weniger, je größer der Zuwachs an Wertschöpfung ist. Aber sie hängen nicht in einem so starken und eindeutigen Maße von der Wertschöpfung ab, daß man mit der Berechnung der Wertschöpfung auch gleichzeitig das Dreieck B_2 berechnen könnte. Wenn also die Methode der Konsumentenrente, gemessen als Summe aus den Flächen B_1 und B_2, verglichen wird mit der Methode der Wertschöpfung, gemessen mit einem Modell von der Art der linearen Programmierung oder mit einem einfacheren Modell, so können wir vorläufig vermuten: falls die Veränderungen der Wertschöpfung beachtenswert sind und falls die Größe des Dreiecks B_2 im Vergleich zum Rechteck B_1 eine gewisse Mindestgröße überschreitet, so

wird es wahrscheinlich weniger Aufwand bedeuten, den Nutzen als Produktionszuwachs zu messen, als ihn durch die Flächen B_1 und B_2 zu messen. Dieser Vermutung wollen wir im Abschnitt III.A.3.c. nachgehen.
Das bedeutet jedoch nicht, daß man damit auf die Schätzung des induzierten Verkehrsvolumens überhaupt verzichten kann. Warum ist es nötig, dennoch die Summe aus normalem und induzierten Verkehr vorauszuschätzen? Nur auf diese Weise kann man über die Straßenkonstruktion entscheiden, die der zu erwartenden täglichen Kapazität nach Kostengesichtspunkten am besten gerecht wird.

(2) Wie weit wird die Netto-Konsumentenrente durch die Größe der Wertschöpfung determiniert?
Der Zusammenhang zwischen B_2 und A_2

Wie wird A_1 berechnet?

Wir wollen in diesem Abschnitt zeigen, welcher Aufwand nötig ist, wenn wir den gesamten Nutzen durch die Trapeze auf den einzelnen Gütermärkten messen ($A_1 + A_2$ etc.). Wir zeigen dabei gleichzeitig, welcher Zusammenhang zwischen B_2 und A_2 besteht. Wir behaupten, daß B_2 nur dann genau bestimmt werden kann, wenn man die A_2 der verschiedenen Gütermärkte kennt. Um das zu beweisen, fragen wir zunächst: wie werden die Größen A_1 gemessen?

Die Fläche A_1 ist das Rechteck CDHG aus der Figur III.A.3.(1).[1] Es stellt den Mehrerlös aus dem Export der landwirtschaftlichen Güter der Region B dar, der sich ergibt, wenn die Preise ab Farm sich aufgrund der Transportkostenersparnisse erhöhen. Die Summe der Rechtecke ist nur dann gleich dem Rechteck B_1, wenn zu allen Rechtecken A_{1i}, die die Mehrerlöse der Exportgüter aus der Region A messen, die entsprechenden Rechtecke I_{1j} dazugerechnet werden, die die Minderausgaben für das Gut j in der Import-

1) Seite 221.

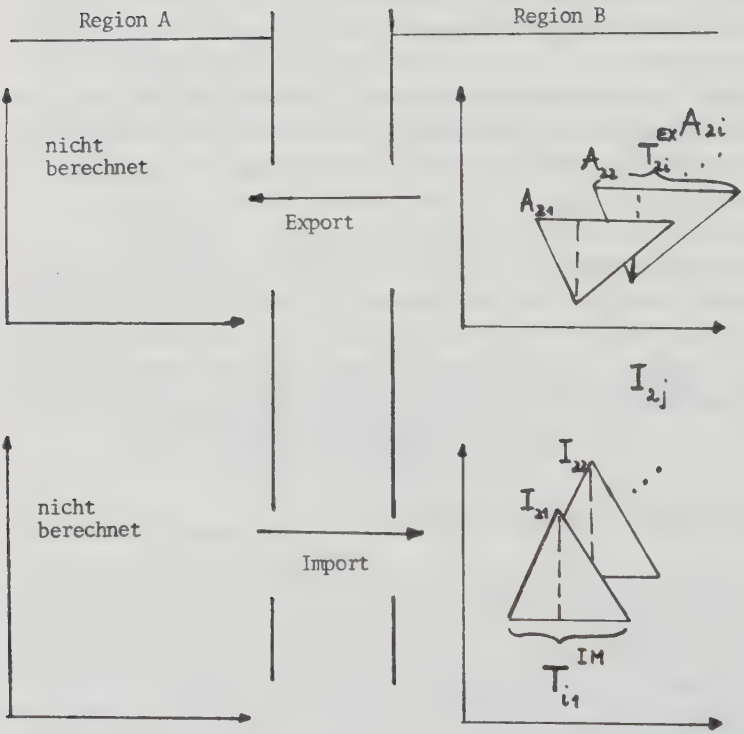
Region B wiedergeben (Vgl. Figur III.A.3.(8). Andernfalls ist die Summe der Rechtecke A_1 nur ein Bruchteil des Rechtecks B_1. Wir nehmen der theoretischen Vollständigkeit wegen zunächst an, daß auch die Netto-Konsumentenrente $I_{1j} + I_{2j}$ aller von A nach B transportierten Güter j zum Nutzen aus normalem und induziertem Verkehr dazugerechnet werden. Wir gehen also hier davon aus, daß das Trapez $B_1 + B_2$ den zwei Trapezen $A_1 + A_2$ plus $I_1 + I_2$ äquivalent sind.

Wird der Nutzen aus dem n o r m a l e n Verkehr berechnet, so ergeben sich bei der Berechnung mit dem Rechteck A_1 und I_1 die gleichen Schwierigkeiten wie bei der Berechnung des Rechtecks B_1, denn B_1 ist ja nichts anderes als die Summe aller zusätzlichen Export- bzw. Importerlöse, die durch die Rechtecke A_1 und I_1 für alle Güter ausgedrückt werden.

Wie wird das Dreieck A_2 berechnet?

Die Dreiecke A_{2i} und I_{2j} für alle exportierten Güter und importierten Güter $i = 1,2,\ldots,n$ sind ebenso die Voraussetzung für die Berechnung des induzierten Nutzens B_2, wie die Rechtecke A_{1i} und I_{1j} Voraussetzung für die Berechnung des Rechtecks B_1 sind. Auf der Seite der Konsumentenrente in Region B müssen in der gleichen Weise die Dreiecke I_{2j} mit $j = 1,2,\ldots,m$ für alle importierten Güter aus A berechnet und zu allen A_{2i} addiert werden. Dadurch erhält man den gesamten induzierten Nutzen für die Region B. Die Grundfläche der Dreiecke A_{2i} stellt jeweils die im Zustand mit der Straßeninvestition zusätzlich exportierte durchschnittliche Menge jedes Gutes dar.

Je nach der Lage der Angebotskurven und der Nachfragekurven auf allen n Märkten in Region A und Region B wird die Größe dieser Dreiecke in jedem Fall verschieden sein.



Figur III.A.3.(8): Schematische Darstellung des Nutzenmaßes für das Dreieck B_2

Es zeigt sich damit, daß die Berechnung des Nutzens nach der Konsumentenrente im Trapez $B_1 + B_2$ nur aggregiert dargestellt wird, jedoch - wenn sorgfältig durchgeführt - auf den Rechtecken und Dreiecken A_1 und I_1 bzw. A_2 und I_2 beruht. Diese Tatsache wird häufig übersehen. Es wird einfach angenommen, daß die Übersetzung von zusätzlicher Wertschöpfung in induziertem Verkehr ein Vorgang ist, der nicht unbedingt von der Situation auf den Gütermärkten abhängt. Verschiebungen der Angebots- und Nachfragekurven auf den Gütermärkten haben eine Veränderung der

Nachfragekurve für Verkehr zur Folge. Man kann diese weder ohne weiteres übersehen noch ohne die Kenntnis der A_2- und I_2-Schaubilder schätzen.

(3) Formale Zusammenhänge

Um die zahlreichen Größen, die wir in unserer Analyse verwandt haben, noch einmal klar zusammenzufassen, stellen wir die Beziehungen zwischen den Größen A_2, I_2, B_2 und T_i mathematisch dar.

Wir definierten

$$\Delta T = T_i = T_i^{EX} + T_i^{IM} .$$

Der gesamte induzierte Verkehr, der die Basis zu B_2 bildet, setzt sich zusammen aus induziertem Export- und induziertem Import-Volumen (diese können jedoch gegeneinander aufgerechnet werden, wenn nur eine Verbindungsstrecke besteht).

Nach den Figuren III.A.3.(1) bis (3) gelten dann, wenn man die Nutzen auf den Gütermärkten in Region A, Trapeze (a) und (c), wegläßt, folgende Beziehungen:

Wenn $B_1 + B_2 = \Delta k \ (T_o + \frac{1}{2} T_i)$, so gilt

$$A_2 = \frac{T_i^{EX} \times \Delta k}{2} \quad \text{oder} \quad T_i^{EX} = \frac{2A_2}{\Delta k} \quad \text{und}$$

$$I_2 = \frac{T_i^{IM} \times \Delta k}{2} \quad \text{oder} \quad T_i^{IM} = \frac{2I_2}{\Delta k}$$

$$B_2 = \frac{T_i \times \Delta k}{2} \quad \text{oder} \quad T_i = \frac{2B_2}{\Delta k}$$

Dabei bedeutet Δk wiederum die Ersparnisse an Transportkosten. Vergleicht man den Aufwand zwischen den beiden Maßstäben untereinander, so ergibt sich folgendes: die Analyse zeigt bis hierher, daß B_2, wenn man es genau schätzt, aus den verschiedenen A_{2i} und I_{2i} hergeleitet werden muß. In diesem Falle ist

der Aufwand der gleiche. Eigentlich muß B_2 aber alle Trapeze (a) bis (d) berücksichtigen.

Der Aufwand für B_2 wird geringer, wenn es nicht mit Hilfe von den A_{2i} und I_{2i} hergeleitet, sondern relativ grob geschätzt wird, ohne die Verhältnisse auf den Gütermärkten eingehend zu berücksichtigen. Die Analyse von B_2 wird allerdings dann erheblich vereinfacht, wenn man das Trapez $I_1 + I_2$ wegläßt, welches die Netto-Konsumentenrente in Region B mißt. Damit wird nur das Trapez (b) aus Figur III.A.3.(3) als Nutzen gemessen.

Die Tatsache, daß die KR-Methode, wenn sorgfältig durchgeführt, doch einen erheblichen Aufwand bedeutet, schwächt ihre Position im Vergleich zur PZ-Methode. Die KR-Methode ist also gar nicht so einfach, wie sie immer dargestellt wird.

Um die Beurteilung dieser Methode abzurunden, wollen wir uns abschließend noch einmal die theoretischen Kritikpunkte aus den früheren Abschnitten vor Augen halten.

(4) Theoretische Beschränkungen bei den drei Nutzenmaßen

Alle vier Komponenten A_1, A_2, B_1 und B_2 unterliegen den Beschränkungen der Methode der Konsumentenrente, die wir unter II.A.1. genannt haben; außerdem den Kritikpunkten, die BROWN und HARRAL geäußert haben und denen wir im Abschnitt II.C. nachgegangen sind. Sie sollen nur noch kurz zusammengefaßt werden: Transportkostenersparnisse messen nicht in angemessener Weise den Produktionszuwachs, der entstehen kann. Sie berücksichtigen nicht genügend die Änderungen, die der Nachfragekurve für Verkehr zugrunde liegen. Es ist nicht klar zu entscheiden, ob die relativen Preise ohne oder mit der Investition zur Messung des Nutzens herangezogen werden sollen. Hier besteht ein Problem von Preisindices. Man kann das Problem letztlich nur verbergen, wenn man, wie in der Methode

der Konsumentenrente, das Dreieck unter der Nachfragekurve (B_2) als Nutzen mißt. Dadurch hat man einen Mittelwert zwischen dem Transporttarif "mit" und dem "ohne" nur dann gewählt, wenn die Verkehrs-Nachfragekurve linear ist. Ist sie nicht linear, so sind die Abweichungen umso größer, je grösser das Dreieck B_2 im Vergleich zum Rechteck B_1 ist. Dann muß man einen "Nutzen aus endogener Entwicklung" in Form eines Trapezes oder des großen Dreiecks zu bestimmen versuchen, wie wir im Abschnitt II.C.2. gezeigt haben. Das aber kann zu den genannten, ex-ante fast unübersteigbaren, Schwierigkeiten führen.

Das sind schwerwiegende Einwände. Sie verbieten unseres Erachtens die Anwendung der Methode der Konsumentenrente eindeutig im Fall III, bei dem der Nutzen der Straße vorwiegend aus induziertem Verkehr besteht.

In unserem Fall II können wir nach dem jetzigen Stand der Analyse die KR-Methode dann für zulässig halten, wenn

(1) die alternative Messung des Produktionszuwachses zu aufwendig ist,
(2) der erwartete Nutzen aus induziertem Verkehr eine gewisse Proportion im Vergleich zum Gesamtnutzen nicht überschreitet (vgl. den folgenden Abschnitt III.A.3.c.).

Zusätzliche Bedingungen müssen sein:

- wenn die Marktunvollkommenheiten nicht so groß sind, daß eine detailliertere Analyse des Prozesses der Umsetzung von Transportkostenersparnissen in Produktionszuwachs nötig ist;
- wenn sich die Transportnachfragekurve nicht insgesamt wesentlich nach rechts verschiebt, sondern sich die zusätzlichen Transporte durch Verschiebung auf der alten Verkehrs-Nachfragekurve vollziehen.

Nur unter diesen Bedingungen empfehlen wir vom theoretischen Standpunkt aus eine der drei Methoden der Konsumentenrente.

Dennoch sollten unsere Einschränkungen, insbesondere was die falsche ceteris paribus-Annahme für die Nachfragekurve für Verkehr angeht, immer bei der praktischen Evaluierung berücksichtigt werden. Die Einkommen können erheblich wachsen, und die relativen Preise können sich tatsächlich ändern; das führt zu wesentlichen Verschiebungen in der Verbrauchs- und Produktionsstruktur. Die Schätzungen der Nutzen für die Größen A_2 und B_2, die auf der Basis der Preise "ohne" die Straßeninvestition gemacht werden, können erheblich abweichen von denen, die ex post zu Preisen mit der Investition gemacht würden[1].

In den Abschnitten II.C.1. bis 3. und III.A.3. haben wir versucht, die wichtigsten dieser Veränderungen, die die neue Verkehrsnachfrage bestimmen, für den praktischen Evaluierer darzustellen. Wenn solche wesentlichen Veränderungen vorliegen, so muß die Methode des Produktionszuwachses angewandt werden.

Zusammenfassung und Zwischenergebnis

Wir haben zunächst drei verschiedene Maße für die Messung nach der KR-Methode entwickelt. Sie bestehen aus den Komponenten B_1 und B_2 auf dem Verkehrsmarkt und den Summen der Rechtecke und Dreiecke A_{1i} und A_{2i}, welche die Märkte der transportierten Güter widerspiegeln.

Ein Trapez in der Art von $A_1 + A_2$ kann auf vier verschiedenen Märkten gemessen werden. Wir haben mehrere Kombinationen dieser Märkte gezeigt, die zu einer unterschiedlichen Vollständigkeit der Messung des Gesamt-Nutzens GN führen. Wir nahmen zunächst an, daß GN_3 als Nutzenmaß genommen wird; später engten wir auf das Maß GN_4 ein.

---

1) Vgl. BROWN, Robert T. and HARRAL, Clell G., a.a.O., S. 36.

Wir fragten dann, wie die Fläche B_1 und B_2 auf dem Verkehrsmarkt gemessen wird. Das Rechteck B_1 ist leicht meßbar, soweit man das vegetative Wachstum vorausschätzen kann. Die Berechnung von B_2 dagegen macht größte Schwierigkeiten. Wir analysierten zuerst, woraus sich der induzierte Verkehr zusammensetzt. Im Unterschied zur Betrachtung mancher Modelle, die nur die Exporte aus Region B betrachten, sahen wir, daß man auch die Importe nach Region B einbeziehen muß.

Wir fragten dann, welchen Einfluß der Zuwachs an Wertschöpfung auf den induzierten Verkehr hat. Es stellte sich heraus, dass häufig dieser Einfluß nur sehr indirekt ist. Die Wertschöpfung allein reicht keineswegs aus, um den induzierten Verkehr T_i zu errechnen. Vielmehr müssen Studien über die vier Märkte aller importierten und exportierten Güter gemacht werden. Dies ist eine Tatsache, die in den Lehrbüchern meist übersehen wird. Die Prognose von T_i stellt sich als wesentlich komplexer heraus als allgemein behauptet. Schon das ist ein großes Hindernis zur Bestimmung von B_2.

Obwohl die Wertschöpfung nicht ausreicht zur Bestimmung von T_i, so muß sie doch relativ genau berechnet werden. Daraus ergab sich die Frage, wie weit es sich dann lohnt, die viel komplexere Größe T_i zu messen, wenn man den Nutzen schon durch ΔX relativ vollständig erfassen kann. Dies wird in folgendem Abschnitt III.A.3.c. weiter erörtert.

Da der induzierte Verkehr außer von der Wertschöpfung auch von den Preisverhältnissen auf den Gütermärkten abhing, wurden die Größen A_{1i} und A_{2i} untersucht. Es zeigte sich, daß die Rechtecke A_{1i} die Grundlage für die Berechnung von B_1 sind. Es gilt entweder in engster Fassung $\sum_i A_{1i} = B_1$ oder erweitert $\sum_i A_{1i} + \sum_j I_{1j} = B_1$.

Ebenso stellte sich heraus, daß B_2 nur genau errechnet werden kann, wenn man die A_{2i} kennt. Diese Tatsache wird ebenfalls häufig übersehen. Es wird so getan, als ob man B_2 errechnen kann, ohne die Trapeze auf den Gütermärkten $A_{1i} + A_{2i}$ zu kennen. Man hilft sich mit vagen Schätzungen, aber umgeht dabei das Problem.

Vergleicht man den Aufwand beider Maßstäbe $B_1 + B_2$ und $A_1 + A_2$ miteinander, so zeigt sich: wenn $B_1 + B_2$ detailliert bestimmt werden, so heißt das, daß man auch $A_1 + A_2$ bestimmen muß. Der Aufwand ist dann der gleiche. Wird es auf irgendeine vereinfachte Weise ohne die Gütermärkte bestimmt, so ist Maßstab $B_1 + B_2$ weniger aufwendig.

Alle Vergleiche zwischen diesen drei Maßstäben werden hinfällig, wenn die Wertschöpfung und der induzierte Verkehr so groß werden, daß die Preisrelationen sich entscheidend verändern und die Kurven auf dem Verkehrsmarkt und auf den Gütermärkten sich wesentlich verschieben.

III.A.3.c. Vergleich zwischen der KR-Methode und der PZ-Methode unter dem Gesichtspunkt des wachsenden Anteils des induzierten Verkehrs

Bei dem Vergleich zwischen der Methode des Produktionszuwachses (PZ-Methode) und der Methode der Konsumentenrente (KR-Methode) haben wir festgestellt, daß die Wertschöpfung immer die Dreiecke A_2 und B_2 wesentlich mitbestimmt. Wir konnten daher dagen: je besser die Prognose der zusätzlichen oder der neuen Wertschöpfung, desto besser die Prognose des induzierten Verkehrs und desto besser auch die Prognose einer evtl. veränderten Nachfragekurve für Verkehr. Wir konnten auch feststellen, daß die Prognose der neuen Wertschöpfung eine Bedingung war, die nicht umgangen werden konnte. Wir

konnten den Produktionszuwachs zwar mehr oder weniger grob prognostizieren, aber wir konnten nicht auf ihn verzichten. Die PZ-Methode dagegen ist nur auf einen Teil der Daten angewiesen, die gleichzeitig für die KR-Methode verwendet werden, z. B. solche über Importe von Produktionsgütern.

Die PZ-Methode ist sozusagen die "direktere" Methode. Man braucht bei ihr nur den PZ relativ vollständig und detailliert vorauszuschätzen und hat damit ein Maß für den gesamten Nutzen, wenn man ihn auf ökonomische Wirkungen beschränkt. Die KR-Methode dagegen ist ein umständlicher Weg zur Erfassung des Gesamtnutzens. Man kann auch sagen: die KR-Methode geht noch wesentlich über die PZ-Methode hinaus, wenn sie in genügendem Detail gemacht wird. Nicht umsonst kann man sie als die vollständigere der beiden Methoden ansehen, falls sie nichtökonomische Nutzen einbezieht [1]. Aber diese kann man ja wie folgt behandeln:

- entweder entfallen lassen, falls sie unerheblich sind
- oder in ökonomische zu übersetzen versuchen (vgl. LP-Modell)
- oder durch die Kosten-Wirksamkeits-Analyse getrennt erfassen.

Nachdem wir den Hintergrund der Messung von $B_1 + B_2$ und den Zusammenhang mit dem Maß $A_1 + A_2$ kennengelernt haben, wollen wir nun den Vergleich zwischen der KR- und der PZ-Methode weiter fortführen, indem wir genauer den Evaluierungs-Aufwand betrachten, den die eine und die andere Methode benötigen. Da sich beide, wie wir gezeigt haben, gegenseitig ergänzen und durchdringen, müssen sie auch z. T. gemeinsame Daten benutzen. Der Aufwand an Daten wird in entscheidendem Maße von der Höhe des induzierten Verkehrs abhängen. Wir nehmen dabei an, daß keine wesentliche Parallelverschiebung der Verkehrsnachfragekurve vorliegt, so daß man nicht von vornherein auf die PZ-Methode festgelegt ist, sondern noch zwischen beiden Methoden auswählen kann.

---

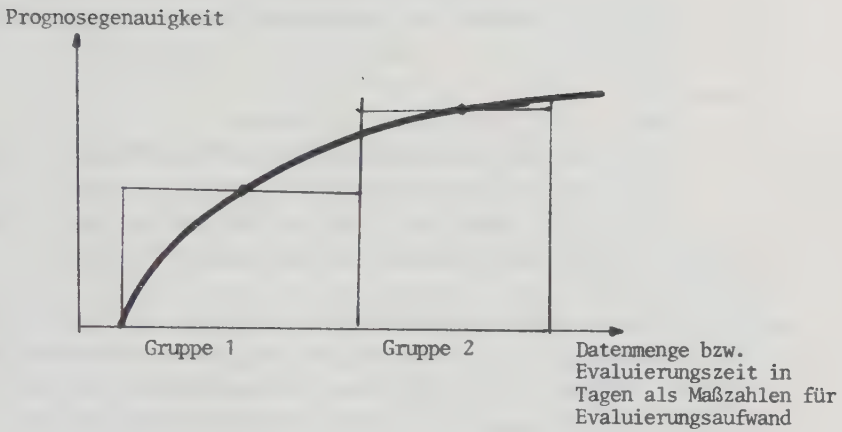
1) Vgl. Abschnitt I.A.3.d.

Wir fragen also, ob es eine Regel gibt, die bestimmt: wenn der Anteil des induzierten am gesamten Verkehrsvolumen über ein bestimmtes Verhältnis hinaus wächst, dann ist es günstiger, nicht mehr eine der Varianten der KR-Methode zu benutzen, sondern sofort die direkte PZ-Methode anzuwenden. Unter PZ-Methode verstehen wir auch hier nicht die extrem datenaufwendige Methode eines LP-Modells, sondern eine vereinfachte, wie wir sie unter III.B. skizzieren werden. Wir sind uns natürlich im klaren, daß es theoretisch nicht einen bestimmten Fall von erweiterter KR-Methode gibt, sondern daß sowohl der Anteil der Daten der Gruppe 1 als auch der der Gruppe 2 - wie wir sie weiter unten definieren - beinahe stetig erweitert werden kann. Auch ihr Verhältnis kann sich stetig ändern. Ebenso gibt es viele Niveaus der PZ-Methode. Wir werden dies durch die Variable "Prognosegenauigkeit" indirekt berücksichtigen.

Zunächst fragen wir: welche Daten brauchen wir, um den induzierten Verkehr zu schätzen?

Die Messung des induzierten Verkehrsvolumens T_i muß aufgefaßt werden als ein Vorgang, der mit verschiedenem Aufwand an Daten betrieben werden kann. Mit wachsendem Aufwand an Zeit und Kosten für die Datensammlung und -verarbeitung wächst auch die Prognosegenauigkeit. Wir nehmen abnehmende marginale Prognosegenauigkeit an. Dann kann man den Vorgang abbilden wie in Figur III.A.3.(9).

Unsere Annahme gilt übrigens nicht nur für die Prognosegenauigkeit, sondern für alle aggregierten Größen in der Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Natürlich wird man die Menge der Daten nicht kontinuierlich vergrößern, sondern man wird sie in Gruppen bzw. Stufen dazufügen. Welches sind nun die großen Gruppen von Daten für die Prognose des T_i? (ähnliches gilt für das vegatative Wachstum des Verkehrs T_v).



Figur III.A.3.(9): Abnehmende marginale Prognosegenauigkeit

Nach dem oben Gesagten können wir in zwei große Gruppen einteilen:

Gruppe 1:

Man braucht alle zur Schätzung des ΔX nötigen Daten, also theoretisch die Daten, welche im Teil III.B, Flußdiagramm Nr. 2, angegeben werden. Es ist nur eine Frage der erwünschten Prognosegenauigkeit, zu entscheiden, wieviele von diesen Untergruppen von Daten man benutzen will.

Dabei muß immer die wechselseitige Beeinflussung vom Verkehrssektor und allen anderen Sektoren beachtet werden. Evtl. braucht man auch noch Daten über die zukünftige Ansiedlung der Bevölkerung, falls der Personentransport eine wichtige Rolle spielt. Dazu müssen Daten über den zukünftigen Verbrauch kommen. Im Grunde braucht man ein komplexes

System, wie das HARVARD-Modell in seinem ökonomischen Teil außerhalb des Transportsektors es darstellt.

Gruppe 2:

Um die Wertschöpfung in Verkehr zu übersetzen, braucht man außerdem theoretisch alle Informationen, die das Transportmodell von HARVARD verarbeitet - vor allem das Modell für die Verteilung des Verkehrs und die Zuordnung zu verschiedenen Strecken[1].

In unserem Falle haben wir es einfacher: Im Zwei-Regionen-Modell mit nur einer Straße brauchen wir lediglich Teile der Angebots- und Nachfragekurven, d. h. Informationen über die Situation auf den einzelnen Gütermärkten, die durch die Trapeze (a) bis (d) dargestellt werden. Wir beschränken uns aus praktischen Gründen entweder (a) auf die Trapeze $A_{1i} + A_{2i}$ oder nehmen (b) $I_{1i} + I_{2i}$ dazu. Angaben über den Standort dieser Güter fallen hier also weg; sie zeigen aber, um wieviel schwieriger das Problem wird, wenn wir ein ganzes System mit mehreren Strekken zu bearbeiten haben.

Durch diese zwei Datengruppen entstehen z. B. die zwei Stufen in der obigen Figur. Über die relative Bedeutung kann allgemein nichts ausgesagt werden. Es liegen bisher keine empirischen Untersuchungen dazu vor. Man kann sie deshalb nur schematisch interpretieren.

---

1) Vgl. Kap. II.B.2.: Prognose des Verkehrs, "Traffic distribution and assignment model".

Die B_1 + B_2 - Methode kann, wenn man sie relativ genau macht, einen beträchtlichen Mehraufwand erfordern: alle Daten der Gruppe 2 müssen zusätzlich erfaßt werden. Die Daten zur Wertschöpfung können mehr oder weniger grob erfaßt werden.

Wodurch könnte dieser Mehraufwand gerechtfertigt sein?

Das KR-Modell in der Version B_1 + B_2 oder B_1 + A_2 hat einen wesentlichen Vorteil: es kann sich auf die relativ sichere Komponente B_1 stützen. B_1 ist sicher, wenn es sich um existierenden Verkehr handelt. Es ist offenbar, daß die statistische Erfassung des normalen Verkehrs T_n wesentlich billiger ist als die der bestehenden Wertschöpfung, d. h. der Größe X_o ohne die Straßeninvestition. Das gilt auch, wenn die Wertschöpfung nicht nach ihrer Entstehungsseite hin aufgegliedert, z. B. in einer Input-Output-Tabelle, dargestellt wird, sondern lediglich als gesamter Nettoproduktionswert. B_1 ist also die kostengünstigere Größe. Wenn der existierende Verkehr (T_e) z. B. 80 % des erwarteten gesamten Verkehrsvolumens (T) ausmacht, so braucht die Schätzung des normalen und des induzierten Produktionszuwachses nicht sehr detailliert zu sein. Eine grobe Prognose reicht auch; dadurch könnten große Evaluierungskosten gespart werden.

Wenn man voraussetzt, daß alle Annahmen, die die KR-Methode macht, realistisch sind; wenn man inbesondere annimmt, daß der Produktionszuwachs nicht so groß ist, daß er zu einer wesentlichen Verschiebung der Nachfragekurve für Verkehr führt, sondern nur zu einer Bewegung auf der Nachfragekurve, so kann man folgendes sagen: Je größer der induzierte Verkehr T_i im Vergleich zu T_e ist, in desto größerem Maße haben die PZ-Methode und die KR-Methode gemeinsame Daten; desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit, daß T_i falsch geschätzt wird, falls nicht genügend Daten vorliegen, mit denen der Produktionszuwachs geschätzt (und daher falsch geschätzt) wird.

Je größer der Fehler aber in T_i ist, desto größer wird er ceteris paribus in B_2 sein, d. h. in der KR-Methode (wenn der existierende Verkehr B_1 als sicher angenommen wird). (Eine Abweichung von z. B. 1 % vom tatsächlichen Wert vom Produktionszuwachs wird jedoch immer in einem geringeren Fehler als 1 % bei der Schätzung von T_i resultieren, wenn der Fehler die Daten der Gruppe 2 ändert. Denn sie machen ja nur einen Teil der Determinanten für T_i aus). Es ist nun zu fragen, bis zu welchem Grade man, wenn der Anteil des induzierten Verkehrs wächst, Daten für die KR-Methode sammeln soll, und ab wann es sich lohnt, nur noch Daten für die PZ-Methode zu sammeln. Wir entwickeln dazu ein einfaches Modell mit folgenden Annahmen:

(1) In unserem Modell kommen nur drei Variablen vor:

- die Evaluierungskosten K
- die Prognosegenauigkeit G
- Anteil des induzierten Verkehrs am Gesamtverkehr $\frac{T_i}{T}$

K ist eine positive Funktion von G und eine negative Funktion von $\frac{T_i}{T}$.

(2) Wir betrachten einerseits die Gesamtkosten für die KR-Methode (K_{kr}). Sie setzten sich zusammen aus einem geringen Anteil für eine grobe Evaulierung der Wertschöpfung und einem großen Anteil für eine detaillierte Evaluierung der Trapeze $A_1 + A_2$. Andererseits betrachten wir die Evaluierungskosten K_{pz} für eine detaillierte Bewertung des Produktionszuwachses. Die marginalen Kosten für beide Methoden sollen bei steigendem $\frac{T_i}{T}$ und konstanter Prognosegenauigkeit bzw -zuverlässigkeit steigen bzw. bei steigender Zuverlässigkeit und konstantem $\frac{T_i}{T}$ steigen. (Vgl. Figur III.A.3.(10))

(3) Die Kosten K_{kr} sind bei gleicher Zuverlässigkeit und bei wachsendem $\frac{T_i}{T}$ anfangs niedriger, dann höher als die Kosten K_{pz} der PZ-Methode, denn in dieser wird ja

die gesamte Produktionsstruktur detailliert erfaßt.

(4) Es gibt ein Niveau von 100 % Zuverlässigkeit für beide Methoden. Die Zuverlässigkeit wird parametrisch eingezeichnet.

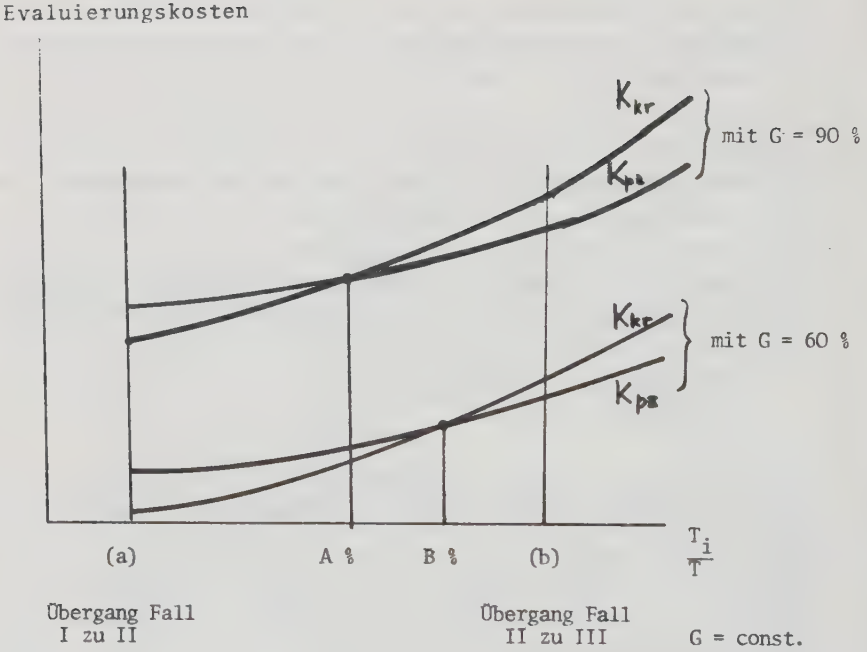
(5) Wir nehmen an, daß alle Kostenverläufe für die Datenbeschaffung bekannt sind. Sie sind allein eine Funktion der Datenmenge, wenn G und $\frac{T_i}{T}$ konstant sind.

Wir lassen nun bei zwei verschiedenen Niveaus von Genauigkeit (60 % und 90 %) das Verhältnis $\frac{T_i}{T}$ wachsen. Ab wann lohnt es sich, nur noch Daten der Gruppe 1 für die PZ-Methode zu beschaffen? Figur III.A.3.(10) gibt die Antwort.

Die KR-Methode ist jeweils günstiger auf einem niedrigeren Niveau von $\frac{T_i}{T}$. Wenn nur z. B. G = 60 % gefordert wird, lohnt es sich nach unseren Annahmen erst bei $\frac{T_i}{T}$ = B %, die ausführlichere PZ-Methode zu wählen. Wählt man die höhere theoretische Genauigkeit G = 90 %, so geht man schon bei einer Größe des geschätzten induzierten Verkehrs von $\frac{T_i}{T}$ = A % auf die PZ-Methode über.

Allgemein kann man sagen: man versucht einerseits, die Evaluierungskosten bei dem erstrebten Niveau von Prognosegenauigkeit zu schätzen, schätzt andererseits die Größe $\frac{T_i}{T}$ und entscheidet dann durch Vergleich der Gesamtkosten zwischen beiden Methoden.

Empirische Daten fehlen allerdings bisher noch völlig über die Kostenfunktionen K_{kr} bzw. K_{pz}. Man ist dabei auf grobe Schätzungen angewiesen. Hier soll nur die theoretische Regel angegeben werden. Ab dem Niveau A % bzw. B % ist es überflüssig, auch nur 1 DM für die Sammlung von Daten der Gruppe 2 auszugeben, vorausgesetzt, daß ihr Niveau schon ausreicht, um mit genügender Genauigkeit den induzierten Verkehr



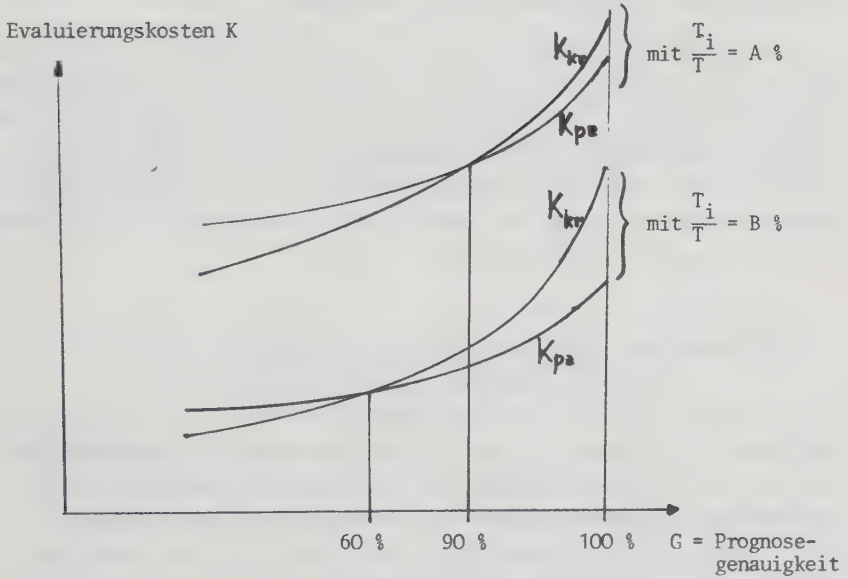
Figur III.A.3.(10): Vergleich zwischen den Kosten beider Grund-Methoden bei steigendem Anteil des induzierten Verkehrs

für die Bestimmung der optimalen Straßenbauweise und die zugehörigen Kosten vorauszusagen. Das wird aber fast immer der Fall sein, denn da es nur wenige Standardbauweisen gibt, sind die Bandbreiten relativ weit. Eine Ausnahme liegt nur in den seltenen Fällen vor, wenn man sich auf der Grenze zwischen einer Bauweise I und der nächst besseren Bauweise II befindet.

Die kritische Größe von $\frac{T_i}{T}$ liegt irgendwo zwischen bei beiden Grenzfällen, wo $\frac{T_i}{T}$ so klein ist, daß die Straße zum

Typ I gezählt wird (Grenzfall (a)) oder so groß wird, daß sie zum Typ III gezählt wird (Grenzfall (b)). Ab Grenzfall (b) wird dann aus anderen Gründen, die wir im Teil II.C.1. bis 5. dargestellt haben, ohnedies nur die PZ-Methode benutzt.

Wenn man bei gegebenem Niveau von $\frac{T_i}{T}$ das Niveau der Genauigkeit G erhöhen will, so muß man als Umkehrung der Figur III.A.3.(10) wie folgt die Kurven der Figur III.A.3.(11) schätzen.



Figur III.A.3.(11): Vergleich zwischen den Kosten beider Grund-Methoden bei steigender Prognose-genauigkeit

Diese umgekehrte Fragestellung lohnt sich dann, wenn man eine relativ grobe Schätzung begonnen hat, aber zwei Projekte gleich

gut erscheinen. Zur Entscheidung muß man dann eine verfeinerte Schätzung mit höherer Prognosegenauigkeit G anstellen.

Natürlich können diese Überlegungen von vornherein unnötig sein, nämlich dann, wenn abzusehen ist, daß die Veränderung in der Wirtschaftsstruktur und damit der Produktionszuwachs so beträchtlich ist, daß nicht nur der induzierte Verkehr eine erhebliche Größe hat, sondern auch die Nachfragekurve nach Verkehr sich beträchtlich verschiebt. In diesem Falle bleibt nur die PZ-Methode.

Gegenseitige Überprüfung beider Methoden:

Die obige Darstellung hat gezeigt: wenn der induzierte Verkehr ein gewisses Mindestmaß überschritten hat, wird auch die Schätzung des Produktionszuwachses, die in die Größe B_2 eingeht, einen gewissen Mindestgrad von Genauigkeit haben. Wenn man sich dann für die KR-Methode entscheidet, so ist es sicher empfehlenswert, beide Ergebnisse für den Gesamtnutzen zu vergleichen und gegenseitig zu überprüfen:

- die aus $B_1 + B_2$ und
- die aus ΔX.

Wenn die Abweichungen zu groß sind, so lohnt es sich, die Genauigkeit der Daten für den Produktionszuwachs zu erhöhen und zu prüfen, ob die Gesamtnutzen sich merklich annähern. Wenn nicht, muß nach Fehlern für die Divergenz gesucht werden.

III.A.3.d. Gibt es eine Alternative zur Schätzung von B_2?

In der einschlägigen Literatur zur NKA von Straßeninvestitionen wird zur Prognose des zukünftigen Verkehrs auch vorgeschlagen, man solle einfach die Elastizitäten der Nachfragekurve für Verkehr zu schätzen versuchen. Damit hätte man die Lage der Nachfragekurve festgelegt und könnte so aus dem Dreieck B_2 den Nutzen für den induzierten Verkehr berechnen. Gleichzeitig könnte man T_i berechnen.

Dies ist eine Alternativmethode zur Schätzung von B_2 auf dem Wege über T_i. Ist sie wesentlich einfacher? Wir glauben, daß sie k e i n e Vereinfachung darstellt. Denn will man eine gute Schätzung der Elastizitäten der Transportnachfrage haben, so muß man die Elastizitäten der Angebots- und Nachfragekurven auf den Gütermärkten wissen. Dies aber besagt nichts anderes, als daß man A_1 und A_2 zu bestimmen hat. An diesen Größen führt kein Weg vorbei, will man sich nicht auf sehr vage Schätzungen verlassen.

III.A.4. Die praktische Evaluierung von Straßen des Falles II mit der Methode der Konsumentenrente

Einleitung

Wir vergleichen im Abschnitt III.A.4.a. zunächst die drei Meßverfahren des theoretischen Grundmodells untereinander. Im Abschnitt III.A.4.b. ergänzen wir diese Verfahren derart, daß sie in der Praxis angewendet werden können. Die Erörterung gilt nur für den Fall, daß man sich bei Straßen des Falles II nicht von vornherein entschließt, entweder einige Teile oder die ganze Evaluierung mit der "reinen" PZ-Methode durchzuführen. Dies wird erst im Abschnitt III.A.5. bzw. III.B. erläutert.

Wir betonen hier eingangs noch einmal, daß es die reine KR- bzw. die reine PZ-Methode eigentlich nur in der Theorie gibt. In der Praxis hat jede Evaluierung Teile von beiden; die Übergänge sind stetig. Das gleiche gilt auch für die Einteilung der Straßen in die Fälle I bis III; auch hier sind die Übergänge fließend. Unsere hier vorgeschlagene Methode muß daher auf intelligente Weise auf den jeweiligen Einzelfall angepaßt werden. Wir hoffen, dafür die theoretischen Grundlagen geliefert zu haben.

III.A.4.a. Vergleich zwischen drei theoretischen Messverfahren der Methode der Konsumentenrente

Falls wir uns trotz der strikten Annahmen zum Gebrauch der Methode der Konsumentenrente entschließen können, so ist zu fragen, welches der drei Maße für die Evaluierung im Fall II vorzuziehen ist. Wir nehmen jetzt immer an, daß $A_1 + A_2$ nur den Export aus Region B erfaßt, $B_1 + B_2$ dagegen Exporte und Importe aus und nach Region B. Wir nehmen weiterhin an, daß $B_1 + B_2$ keine vereinfachte Version der Nutzenmessung ist, sondern auf der Grundlage von $A_1 + A_2$ und $I_1 + I_2$ gemessen wird, also die "erweiterte KR-Methode" darstellt.

A_1 und A_2 hat zwar den Vorteil, daß es auf dem Niveau des Produzenten in der Entwicklungsregion gemessen wird, aber es ist ein sehr eng definiertes Nutzenmaß. Als Alternative bietet sich $B_1 + A_2$ an. Ist die Datenbeschaffung für B_1 sehr viel teurer als die für A_1?

Wenn man bei A_1 und B_1 das Verkehrsvolumen als normalen Verkehr definiert, bedeutet es natürlich einen größeren Aufwand, wenn man außer dem exportierten bestehenden auch den importierten bestehenden Verkehr zählen lassen muß, und insbesondere, wenn man außer dem vegetativen Wachstum des e x p o r t i e r t e n Verkehrsvolumens auch das des i m p o r t i e r t e n Verkehrs schätzen muß. Warum schlagen

wir dennoch vor, $B_1 + A_2$ vor $A_1 + A_2$ vorzuziehen?

Man muß die Größe B_1 ja ohnehin schätzen, um von der Ingenieurseite her die optimalen Konstruktionsmerkmale für die Straße festzulegen. Zwar braucht man dazu nicht so genaue Prognosen über B_1 wie für die Berechnung des Nutzens; aber die marginalen Kosten, die aus der Verfeinerung der Prognose des normalen Verkehrsvolumens B_1 entstehen, werden auf diesem Niveau relativ gering sein. Daher ziehen wir das Maß $B_1 + A_2$ dem Maß $A_1 + A_2$ im Normalfall vor.

Das obige Argument gilt auch als Begründung, weswegen wir meinen, daß $A_1 + A_2$ dem Maße $B_1 + B_2$ unterlegen ist.

Es ist nun zu fragen, welches von den beiden Maßen $B_1 + B_2$ und $B_1 + A_2$ vorteilhafter für die Evaluierung von Straßen des Falles II ist.

Wiederum ist zu fragen, wie groß der Mehraufwand ist, um die Prognose des eng definierten Dreiecks A_2, dem das induzierte E x p o r t verkehrsvolumen zugrunde liegt, zu erweitern in die Prognose von B_2, dem das induzierte Volumen von Exporten u n d I m p o r t e n zugrunde liegt.

Wenn man erwartet, daß der induzierte Verkehr einen relativ geringen Anteil am normalen Verkehr ausmachen wird, dann wird bei gegebenen Kostenersparnissen pro Einheit auch A_2 im Verhältnis zu B_1 relativ klein sein. In diesem Falle kann man evtl. auf die genauere Schätzung des induzierten Nutzens in Form von B_2 verzichten und sich auf A_2 beschränken. Denn dann wird der Verkehrsingenieur für seine Planung der Bauweise nicht so genaue Daten über die Größe des induzierten Verkehrs brauchen. Der größte Teil ist ja schon durch B_1, das normale Verkehrsvolumen, angegeben.

Wenn dagegen der induzierte Verkehr T_i relativ groß im Verhältnis zum normalen Verkehr T_n sein wird, so könnte das Weglassen des induzierten I m p o r t - Verkehrs zu erheblicher Unter-

schätzung des gesamten zukünftigen Verkehrsvolumens führen. In diesem Falle ist unseres Erachtens das Maß $B_1 + B_2$ vorzuziehen. Es ist auch dann vorteilhafter, wenn Daten über den induzierten Import-Verkehr besonders wichtig und leicht zu bekommen sind; und wenn man Straßen des Falles II mit denen des Falles I vergleichen will. Vorausgesetzt ist hierbei, daß das induzierte Import-Verkehrsvolumen (T_i^{IM}) ungefähr gleich groß ist wie das Export-Volumen (T_i^{EX}).

Wenn jedoch der Export von Waren mengenmäßig den allergrößten Teil des induzierten Verkehrsvolumens ausmacht (z. B. weil es sich ausschließlich um Rohprodukte geringen Wertes pro Gewichtseinheit handelt) so ist wiederum A_2 vorzuziehen. Das gleiche gilt dann, wenn die Daten, die A_2 bestimmen, besonders leicht zu beschaffen sind im Vergleich zu den Daten, die den Import bestimmen. Das wird häufig dann der Fall sein, wenn ein ganzer Entwicklungsplan für eine der beiden Regionen ausgearbeitet wird, die die Straße verbindet. Dann ist wiederum $B_1 + A_2$ vorzuschlagen.

Wir können also abgekürzt schreiben:

1. Wenn $\frac{T_i}{T_n}$ klein und $T_i^E \tilde{=} T_i^I$, dann $B_1 + A_2 \succ B_1 + B_2$

2. Wenn $\frac{T_i}{T_n}$ groß und $T_i^E \tilde{=} T_i^I$, dann $B_1 + B_2 \succ B_1 + A_2$

3. Wenn $\frac{T_i}{T_n}$ durchschnittlich und $T_i^E > T_i^I$ dann

$$B_1 + A_2 \succ B_1 + B_2$$

Aus der Art der Erörterung kann man entnehmen, daß die Frage letztlich nur im Einzelfall entschieden werden kann. Wir haben hier nur den theoretischen Hintergrund für die Diskussion bereitzustellen versucht.

III.A.4.b. Die praktische Anwendung der Methode der Konsumentenrente im Fall II

In diesem Abschnitt fragen wir: wie könnte man die Methode der Konsumentenrente für den Fall II verwenden? Welche Ergänzungen unseres Grundmodells sind für die Praxis wichtig?

Wir haben gezeigt, daß man im Fall I ohne weiteres die Methode der Konsumentenrente zur Messung des Nutzens einer Landstraße anwenden kann. Denn in diesem Fall stimmen die Annahmen dieser Methode relativ gut mit der Realität überein. Vor allem ist das Dreieck, das den induzierten Nutzen mißt, relativ klein im Vergleich zu dem Rechteck, das die Kostenersparnisse des normalen oder bestehenden Verkehrs mißt. Fehler, die durch die Annahme der linearen Nachfragekurve entstehen, bleiben daher relativ klein.

Im Fall II dagegen spielt das Dreieck eine relativ große Rolle. Wir nehmen z. B. an, daß bis zu 30 % des gesamten Verkehrs induzierter Verkehr ist. Fehler in der Prognose der Fläche des Dreiecks wirken sich daher sehr erheblich aus. Sie können verringert werden, wenn man den Nutzen des induzierten Verkehrs mit dem bewerteten Produktionszuwachs mißt. Es ist daher zu fragen, wie man den gesamten Nutzen durch eine Ergänzung der Methode der Konsumentenrente mit Elementen der Methode des Wertschöpfungszuwachses messen kann. Vor allem soll gezeigt werden, welche Nutzenkomponenten in jeder der beiden Methoden für die praktische Evaluierung relevant sind, welche evtl. weggelassen werden können. Wollte man nämlich alle Nutzenkomponenten einbeziehen, so würde die Evaluierung in den meisten Fällen zu kostspielig.

Wenn wir entscheiden, wie wir den gesamten Nutzen (z. B. einer Straße in agrarischen Gebieten) im Fall II am besten messen, sollten wir wiederum zwischen den zwei Arten von Evaluationsmethoden unterscheiden.

A) Die ex ante Evaluationsmethode, welche letztlich unser Ziel ist, und

B) die ex post Evaluationsmethode, die uns helfen kann, eine praktische ex ante Methode zu entwickeln. Wir fragen, wie weit wir diese Unterschiede in unserer Methodik berücksichtigen können.

(1) Verfeinerungen des Grundmodells

Im Kapitel III.A.3. haben wir gezeigt, daß die Größen A_2 und B_2 teilweise durch den Produktionszuwachs bzw. durch die Daten bestimmt werden, aus denen man ihn errechnet. Das Trapez A_1 und A_2 ist ein relativ grobes Maß. Für die praktische Evaluierung müssen folgende Verfeinerungen gemacht werden:

(1) Die Figur III.A.3.(1) gilt nur unter der Annahme, daß sich die Angebotskurve für transportierte Güter in Region B nicht verschiebt.

Sollte sie sich aufgrund von endogenen Kapazitätserweiterungen doch verschieben, so muß grob geschätzt werden, ob die Verschiebung wesentlich ist. Ist sie "wesentlich", so gilt die Theorie der Konsumentenrente, die wir in II.C.1. bis 5. entwickelt haben. In diesem Falle kann man den Nutzen nur durch die PZ-Methode ermitteln, solange unser theoretischer Erweiterungsvorschlag noch nicht bis zur praktischen Verwendbarkeit fortentwickelt ist. Man muß sich dann nur bewußt sein, daß man den gesamten Nutzen, der durch die PZ-Methode gemessen wurde, um wenige (relativ geringe) Nutzenkomponenten unterschätzt. Man unterschätzt ihn, nämlich um solche wie erhöhten Komfort, soweit sie nicht im Produktionszuwachs meßbar sind, aber sich theoretisch in der Nachfragekurve für Verkehr niederschlagen.

Ist sie "unwesentlich" (die Größe der Verschiebung müßte dafür mit einer Obergrenze definiert werden, von der ab sie "wesent-

lich" genannt wird), so schlagen wir vor, weiterhin die KR-Methode zu benutzen, welche nur das Dreieck B_2 mißt. Man muß sich dann ebenfalls im klaren sein, daß man den Nutzen etwas unterschätzt, und zwar in Höhe des Dreiecks (bzw. Trapezes) zwischen den beiden Nachfragekurven für Verkehr in Figur II.C.(2b).

(2) Bei der Messung des Gesamtnutzens durch $B_1 + B_2$ ist in Figur (2) im Abschnitt III.A.3.a. angenommen worden, daß die Angebotskurven für die Transportkosten pro Einheit horizontal verlaufen. Wenn wir annehmen, daß die Angebotskurven steigen, wird der Gesamtnutzen größer. Wir könnten dann den Netto-Nutzen einbeziehen, der den Produzenten der Transportleistung entsteht (dies ist das Trapez im Abschnitt II.A.1. bei der Erweiterung des Modells der Konsumentenrente). Wir werden es aber in unserer Evaluierung unbeachtet lassen, wenn es zu schwierig ist, die Elastizitäten der Angebotskurve für Verkehr zu schätzen.

(3) In allen drei Modellen der Nutzenmessung müssen wir ferner die Variationen beachten, die für den Fall entstehen, daß es konkurrierende Straßen gibt und daher umgeleiteter Verkehr entsteht[1].

(4) Fast immer werden Marktunvollkommenheiten vorliegen. Daher sind die Erweiterungen des Grundmodells von VAN DER TAK in Kapitel 4 besonders wichtig[2].

(5) Im Grundmodell ist eine einfache Beziehung zwischen den Figuren III.A.3.(1) und (2) hergeleitet worden. Sie verbindet die Neigung der Nachfragekurve für Verkehr einerseits und die Neigung der Angebots- und Nachfragekurve für die expor-

---

1) Vgl. Kapitel III von VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: Economic Benefits ..., S. 19 ff.

2) Vgl. ebenda, S. 27 ff.

tierten Güter andererseits[1]. Diese einfache Beziehung wird natürlich in der Wirklichkeit nicht gelten; sie muß verfeinert werden.

(6) Beide Grundmodelle von Figur 1 und Figur 2 gehen von der Annahme aus, daß die technischen Kostenersparnisse in voller Höhe an die Verbraucher von Transportleistungen (im vereinfachten Fall an die Landwirte) weitergegeben werden. Daher gilt die Gleichung: technische Kostenersparnisse pro Einheit = Anstieg im Stückpreis ab Bauernhof. Das wird aber in der Wirklichkeit nur in den seltensten Fällen vorkommen. Hauptsächlich die Transportunternehmer, oft auch die Händler, werden einen beträchtlichen Teil der technischen Transportkostenersparnisse als Extra-Gewinn einbehalten. Dieser eingehaltene Gewinn muß daher zusätzlich als Kostenersparnis berechnet werden, wie wir es in unserer Erweiterung des Modells der Konsumentenrente im Abschnitt II.C.6. gezeigt haben. Diese Kostenersparnis ist tatsächlicher Gewinn, der die Konten der Buchhaltung der Transportunternehmer verändert - nicht nur eine Vermehrung der Produzentenrente, wie sie im Falle steigender Angebotskurven für Verkehrsleistung entstehen. Wenn diese einbehaltenen Kostenersparnisse einen großen Anteil der gesamten technischen Kostenersparnisse ausmachen, so ist wichtig, ihre Wiederverwendung zu verfolgen. Man kann sie evtl. getrennt von dem Nutzen für die Landwirte in einem speziellen Produktionsmodell für den Transportsektor erfassen und zu den übrigen Nutzen addieren (vgl. Abschnitt III.A.5.).

Nach diesen Erörterungen schlagen wir für die praktische Evaluierung folgende drei Maße für den Netto-Nutzen einer Straße des Falles II vor.

---

1) Vgl. VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup: Economic Benefits ..., S. 7 f.

$NN'_2 = B_1 + B_2 +$ einbehaltene Kostenersparnisse für die Verkehrsunternehmer (+ Produzentenrente für Verkehrsunternehmer)

$NN'_3 = B_1 + A_2 +$ einbehaltene Kostenersparnisse für die Verkehrsunternehmer

$NN'_4 = B_1 + A_2 + I_2 +$ einbehaltene Kostenersparnisse für die Verkehrsunternehmer

Das Maß NN'_3 kann stufenlos erweitert werden zum umfassenderen Maße NN'_2. Eine wichtige zusätzliche Größe, die bei allen drei Maßen geschätzt werden könnte, ist die folgende: induzierter Nutzen aus Konsumentenrente für die Region B auf importierte Güter (Dreieck I_2 aus Trapez (d)).

Es ist durch praktische Studien noch zu prüfen, wie groß der Aufwand ist, um die Trapeze (a), (c) und (d) praktisch erfassen zu können. Wir können im folgenden Abschnitt nur einige theoretische Hinweise geben. Wahrscheinlich lohnt sich eine Aufteilung der nach Region B importierten Güter nach Produktions- und Konsumgütern. Dies ist besonders wichtig für die Berechnung des Produktionszuwachses. Es macht nämlich einen grossen Unterschied, ob die Transportkostenersparnisse in einer landwirtschaftlichen Region hauptsächlich verwendet werden für den Einkauf von zusätzlichen Konsumgütern oder von zusätzlichem Saatgut, Traktoren und Düngemitteln.

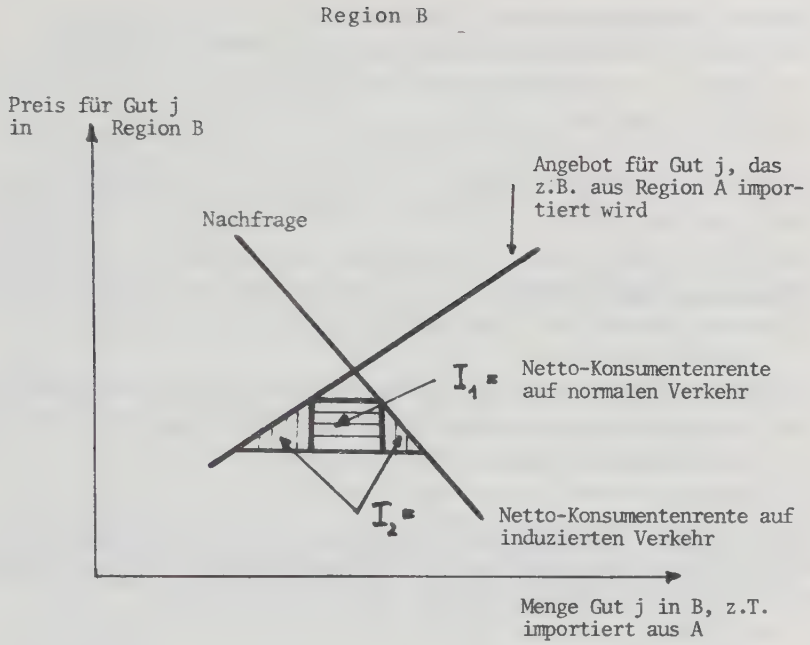
(2) Erklärung zur Einbeziehung der induzierten Netto-Konsumentenrente I_2 in das Maß NN'_3

Wir schlagen die Einbeziehung des Dreiecks I_2 aus dem Trapez (d) (siehe Figur III.A.3.(12)) für manche Evaluierungen vor, wenn folgende Bedingungen vorliegen:

Häufig wird es große zusätzliche Kosten verursachen, wenn man Daten für die Trapeze (a) und (c) aus der Region A beschaffen will. Das wird besonders dann der Fall sein, wenn A eine höher entwickelte Region mit komplexerer Wirtschaftsstruktur als Region B ist. Region A könnte z. B. die Region um eine Provinzstadt in einem Entwicklungsland sein, B dagegen eine Hinterland-Subregion, deren Produktionsstruktur vorwiegend agrarisch ist. Daher ist es grundsätzlich vorteilhafter, nicht B_2 zu bestimmen, das ja vollständig aus der Schätzung aller vier Trapeze berechnet wird, sondern lediglich A_2.

Falls die Importe nach Region B jedoch relativ bedeutend sind, und insbesondere, falls sie wesentlich aus Kapitalgütern mit relativ hoher Technik bestehen und daher die Wirtschaftsstruktur von Region B wesentlich beeinflussen, kann es auch wichtig werden, die induzierte Nettokonsumentenrente in Region B, also I_2 in die Evaluierung einzubeziehen.

Das ist besonders zu empfehlen, weil man aus der Berechnung von A_2 schon eine Reihe Daten über die Region B hat, die auch in die Evaluierung von $I_1 + I_2$ eingehen; dies würde dann kostengünstiger als die Erweiterung der Datensammlung auf die Trapeze (a) und (c); denn diese stammen aus der Region B (der Provinzstadt) und benötigen wahrscheinlich eine ganz neue, kostspielige Datensammlung.



Figur III.A.3.(12): Das Trapez der Netto-Konsumentenrente in Region B

(3) Unterschiedliches Maß für ex-ante und ex-post-Evaluierung

Ob man lediglich A_2 in die Evaluierung einbezieht, oder auch $I_1 + I_2$, oder ob man sich noch weiter in Richtung auf B_2 zu bewegt, und ob man zusätzlich die Produzentenrente für Verkehrsunternehmer zu berechnen versucht, hängt natürlich weitgehend auch davon ab, ob die Evaluierung ex-ante oder ex-post gemacht wird. Ex-post ist vieles möglich, in gewissen Fällen auch die relativ vollständige Schätzung mit dem Maß NB_4. Ex-ante bezweifeln wir das sehr. Dieses Maß wird zum Teil erhebliche Schwierigkeiten machen, wenn man sich die Zeit- und Kostenbeschränkungen vor Augen hält, denen sich die Evaluierungsteams gegenüber-

sehen. Die Weltbank hat denn auch in letzter Zeit bei e x - a n t e Evaluierungen selten mit der reinen Methode $B_1 + A_2$ gearbeitet, sondern häufiger eine Mischung zwischen den Methoden der KR und des PZ vorgezogen (vgl. Abschnitt III.A.5.).

In einer unveröffentlichten e x - p o s t Evaluierung von 1974 hat die Forschungsabteilung für Verkehr der Weltbank dagegen versucht, die Entwicklungsnutzen für mehrere ausgewählte Straßen mit der Methode $B_1 + B_2$ zu bewerten. Als Kostenersparnisse wurden dort geschätzt:

(A) 100 % der Ersparnisse an Kfz-Nutzungskosten (Vehicle-Operating-Cost-Savings) für jeden Typ von Kfz multipliziert mit dem vorausgeschätzten Verkehrsvolumen für n o r m a l e n Verkehr.

(B) 50 % der Kfz-Nutzungskosten-Ersparnisse für jeden Typ von Kfz multipliziert mit dem geschätzten induzierten Verkehrsvolumen (Entwicklungs-Dreieck B_2).

Allgemein kann man sagen, dass es ex-ante häufig unüblich ist, B_2 zu schätzen. Da ist die Schätzung des Produktionszuwachses (jedenfalls in einigen Branchen) einfach überlegen. Nur ex-post, in einer breit angelegten, kostspieligen Nachevaluierung kann man die komplexe Größe B_2 zu berechnen versuchen.

(4) Praktische Ergänzungen zu den Nutzenmassen

Auf dem Hintergrund der bisherigen Erläuterungen in Teil III fassen wir einige Punkte zusammen, um die die reine Methode der Kostenersparnisse bzw. der Konsumentenrente speziell für den Fall II in Richtung auf eine Erfassung der Wertschöpfung erweitert werden sollte, falls dies nicht schon bei der Berechnung der Dreiecke A_2 und B_2 geschieht.

(1) Die wahrscheinliche Verteilung der Kostenersparnisse auf die verschiedenen Gruppen wie Produzenten, Transportunternehmer und Händler sollte erfaßt werden.

(2) Komplementärinvestitionen sollten grob evaluiert werden, falls eine Wahrscheinlichkeit besteht, daß sie die Nutzen-Kosten-Relation wesentlich verbessern würden.

(3) Die Konsistenz des Straßenprojekts mit anderen Investitionsplänen (z. B. regionalen oder nationalen Entwicklungsplänen) sollte geprüft werden.

(4) Es sollte besonders eingehend geprüft werden, wie weit die Kostenersparnisse an die Produzenten weitergegeben werden. In Iran hat es sich z. B. gezeigt, daß Händler einen grossen Teil der Kostenersparnisse einbehalten haben, so daß der Nutzen für Konsumenten und Produzenten relativ gering war[1]. Die verringerte Produzentenrente würde dann, wenn man dies in der Evaluierung vergäße, wegen der Multiplikatorwirkung der (unterbliebenen Investitionen) zu einer erheblichen Überschätzung der Dreiecke A_2 oder B_2 führen. Ähnliches trifft, wie der Verfasser aus eigener Anschauung berichten kann, auch für den Nordosten Brasiliens zu. Die Modernisierung des Transportsektors geht unverhältnismäßig viel rascher vor sich als die der produktiven Sektoren; die kleinen Transportunternehmen schließen sich zum Teil zu Kartellen zusammen, die es ihnen erlauben, monopolistische Transporttarife zu diktieren und nur einen Teil ihrer Transportkapazitäten auszulasten, was wegen der hohen Fixkosten zu erhöhten Durchschnittskosten führt.

---

1) Vgl. VAN DER TAK, Herman und DE WEILLE, Jan: Reappraisal of a Road Project in Iran; World Bank Staff Occasional Papers (No. 7), 1969, S. 72-73.

(5) Es sollte genauer geprüft werden, wie groß das Verhältnis der Senkung des Verkehrstarifs zu den gesamten Stückkosten für den einzelnen Landwirt ist. Ist der Anteil der weitergegebenen Transportkostenersparnisse relativ klein, so wird die Straße auch dann keinen wesentlichen induzierten Verkehr erzeugen, wenn die technischen Transportersparnisse zu 100 % an die Produzenten weitergegeben worden sind.

(6) Diese Verhältniszahl ist einer der wichtigsten Indikatoren für die Schätzung der Wirkung von Transportkostenersparnissen auf den Produktionszuwachs. Man sollte daher, um die Kostenkurve in Bezug auf Transporttarife zu schätzen, für jedes Gut der agrarischen Region einen ungefähren Anhaltspunkt zu gewinnen versuchen, in welchem Maße er "transportintensiv" ist. Die Produktion eines Massenguts wie Reis wird auf Transportkosten-Senkungen sicher erheblich stärker reagieren als die eines pro Gewichtseinheit hochwertigen Gutes wie Rohkautschuk.

Zwischen den Grössen "Transportkosten als Anteil des Marktpreises eines Gutes" einerseits und "Produktionszuwachs pro Einheit der Transportkostensenkung" (Preiselastizität der Angebotskurve) andererseits dürften wohl recht eindeutige statistische Beziehungen feststellbar sein.

Die Regressionsgleichung könnte man dann auf verschiedene Güter anwenden, ohne immer Einzelerhebungen machen zu müssen, und hätte damit eine Menge von Daten zur Schätzung des Produktionszuwachses gespart, falls die übrigen Faktoren, die die Angebotselastizität bestimmen, sich nicht wesentlich ändern. Diese Kennzahl wird in den bisherigen Evaluationen der Weltbank noch nicht genügend ausgenutzt.

Es kann sich herausstellen, daß trotz aller dieser Ergänzungen der Methode der Konsumentenrente noch zu viele Marktunvollkommenheiten übrigbleiben. Sie zerstören die Grundlagen des KR-Modells. Wir müssen dann das KR-Modell durch die Messung des PZ ergänzen, wenigstens in einigen wichtigen Branchen, wo die Marktunvollkommenheiten am gravierendsten sind.

III.A.5. Vorschlag zur Kombination der Methoden der Kostenersparnisse und des Produktionszuwachses im Fall II und III

Wenn die Berechnung der Dreiecke A_2 und B_2 zu teuer oder schwierig ist (und das wird häufig der Fall sein), und wenn andere Bedingungen zutreffen, kann man sich zu einer Kombination der KR- und der PZ-Methode etwa in der folgenden Art entschließen: man berechnet den Nutzen in einigen Sektoren der Wirtschaft als Kostenersparnisse, in wenigen anderen Sektoren als Wertschöpfungszuwachs. Der Gesamtnutzen setzt sich dann zusammen aus:

1. Nutzen in Form von Kostenersparnissen

   a) Ersparnisse an Kfz-Benutzerkosten (und evtl. sonstiger Kostenelemente entsprechend den R-Faktoren) multipliziert mit dem normalen Transportvolumen in allen n-m Sektoren, in welchen der Nutzen nicht als Wertschöpfung gemessen wird. Das ergibt den normalen Nutzen

$$\sum_{i=1}^{n-m} B_{1,i}$$

   plus

   b) 50 % der Ersparnisse an Kfz-Benutzerkosten (und evtl. sonstigen) multipliziert mit dem induzierten Verkehrsvolumen in allen n-m Sektoren, in welchen der Nutzen nach der KR-Methode gemessen wird. Das ergibt den induzierten Nutzen

$$\sum_{i=1}^{n-m} B_{2,i}$$

   plus

2. Nutzen in Form von Wertschöpfungszuwachs in ausgewählten Sektoren

Wertschöpfungszuwachs $\sum_{j=1}^{m} \Delta X_j$ in allen Sektoren j=1,2,...,m, welche auf die Transportkostenersparnisse in diesen Sektoren zurückzuführen sind.

Der Gesamtnutzen wird also gemessen als

$$GN = \sum_{i=1}^{n-m} (B_{1,i} + B_{2,i}) + \sum_{j=1}^{m} \Delta X_j$$

wobei gilt:

n ist die Gesamtheit der wirtschaftlichen Sektoren, in die die Region statistisch aufgegliedert wird,

m ist die Zahl der Sektoren, in denen die Wertschöpfung gemessen wird.

Die m Sektoren seien z. B. die beiden Sektoren Landwirtschaft und Bergbau. Die n-m Sektoren seien alle sonstigen Wirtschaftssektoren, welche eine gewisse Bedeutung für den Verkehrssektor haben. Es gilt hier: die Gesamtheit der Sektoren ist n (mit i = 1,2,...,m, ...n-1,n). Natürlich werden die Transportkostenersparnisse in den m Sektoren Landwirtschaft und Bergbau weder auf normalem noch induziertem Verkehr als Nutzen berechnet.

Falls die Sektoren nicht zu eng miteinander verflochten sind, sondern relativ einfach isoliert werden können, hat dieses Verfahren folgenden Vorteil: man kann die Wirtschaftsstruktur und die Art der Effekte berücksichtigen. Ein solches Verfahren hat auch ADLER einmal angewandt, ohne daß er den theoretischen Hintergrund angibt, der dies rechtfertigt. Er gebraucht sie jedoch in einer seiner Fallstudien in der gleichen Weise in gemischter Form, wie wir es vorgeschlagen haben[1]. Dort werden drei Sektoren unterschieden:

---

1) Vgl. ADLER, Hans A.: Economic Appraisal ..., S. 82, Case Study No. 4: Construction of a Development Road.

1. Zementproduktion und sonstige
2. Landwirtschaft
3. Fischfang.

Der Nutzen für den ersten Sektor wird ausschließlich in Form von Kostenersparnissen gemessen. Wertschöpfung wird dort nicht erfaßt. Der Nutzen für Landwirtschaft und Fischerei wird dagegen ausschließlich in Form von zusätzlicher Produktion erfaßt. Kostenersparnisse werden für diese Sektoren nicht berechnet. Der Verkehr auf der Straße setzt sich zwar zusammen aus diesen drei Sektoren, es wird jedoch nur der des ersten Sektors gezählt und bewertet.

Die Proportion zwischen der Zahl der Sektoren, in denen die KE und der Zahl von Sektoren, in denen der PZ gemessen wird, kann stetig verschoben werden. Wovon wird es abhängen, für welchen Sektor man die genauere Evaluierung mit der PZ-Methode macht?

1. Von der Bedeutung des Wirtschaftszweiges in der Region.
   Macht z. B. die Landwirtschaft 60 % des Regionalproduktes aus, so lohnt es sich evtl., für sie ein Produktionsmodell in der Art von ISRAELs LP-Modell aufzustellen oder ein einfacheres zu verwenden. Sind es zwei oder drei bedeutende Sektoren, so lohnt es sich evtl. auch für diese.

2. Von der technischen Komplexität des Produktionsprozesses eines Sektors.
   Wenn z. B. der weiterverarbeitende Sektor für landwirtschaftliche Produkte 60 % des Regionalproduktes liefert, aber mit vielen, technisch sehr unterschiedlichen Produktionsverfahren arbeitet, wird es sich aus Kostengründen nicht lohnen, Produktions-Modelle für ihn aufzustellen, um die Wertschöpfung zu ermitteln. Gleiches gilt fast immer für die Dienstleistungssektoren.

3. Schließlich hängt es von allen Faktoren ab, die die Kosten eines Produktionsmodells bestimmen. Die wichtigsten davon haben wir bereits bei der Diskussion des LP-Modells genannt.

Was geschieht mit der Konsumenten- und Produzentenrente, die durch die Dreiecke A_2 und B_2 reflektiert wird? Dieser Nutzen wird in diesem Fall nicht in einer theoretisch vagen und praktisch schwer zu messenden Form ausgedrückt, sondern in tatsächlich entstandenem, sozusagen handfestem Produktionszuwachs. Er ersetzt die Dreiecke und die Rechtecke.

Könnte man dann nicht sagen, daß diese Methode der "Kombination von KE und PZ" überhaupt ausschließlich angewendet werden sollte?

Wir glauben nein, denn auch sie hat einen Nachteil, und zwar folgenden: in früheren Abschnitten (I.A.3. Diskussion des HARRAL-Schemas) hatten wir gezeigt, daß der Geldwert des Nutzens, gemessen einerseits als KE und andererseits als PZ, dann nicht identisch sein kann, wenn bei der Wiederverwendung von Kostenersparnissen economies of scale ausgenutzt werden oder wenn unbeschäftigte Faktoren wie brachliegendes Ackerland oder menschliche Arbeitskraft dadurch beschäftigt werden können. Diese Differenz zwischen der Summe der tatsächlichen Kostenersparnisse von obigem Schema (Nutzen 1) und Wertschöpfungszuwachs (Nutzen 2) kann theoretisch in jedem Wirtschaftssektor einer Region gemessen werden. Diese Nutzendifferenz geht aber in unserem Kombinationsverfahren bei all den Sektoren verloren, bei denen man sich auf die KE-Messung beschränkt. Die Unterbewertung wird umso größer sein, je weniger Sektoren als Produktionszuwachs gemessen werden und je größer ceteris paribus ihr Anteil am Regionalprodukt ist.

Außerdem braucht sie natürlich mehr Daten als eine einfache Schätzung der Dreiecke A_2 oder B_2, wenn man bei ihnen keine genauere Schätzung des PZ zugrunde legt. Und schließlich wird es nicht immer einfach sein, die einzelnen Wirtschaftssektoren klar zu trennen.

Ob und in welcher Weise man die beiden Methoden kombiniert, hängt also vor allem von drei Faktoren ab: von

- der Genauigkeit, die die Nutzenprognose haben soll
- der Vollständigkeit und
- den Kosten bzw. der verfügbaren Zeit für die Evaluierung.

Wir halten unser Kombinations-Verfahren für die einzig wirksame Lösung in den Fällen, wo bei einigen Wirtschaftssektoren die Annahmen der KR-Methode zu allzu krassen Fehlern führen. Das Kombinations-Verfahren kann alle Komponenten der KR-Methode und zugleich alle der PZ-Methode verwenden. Es ist extrem flexibel und kann einerseits dort ausweichen, wo die Fehler einfacher Teile einer Methode zu schwerwiegend werden, andererseits dort ausweichen, wo die Kosten von komplizierten Teilen einer Methode zu groß werden. Es kann also, geschickt angewandt, viele Nachteile vermeiden und viele Vorteile vereinen. In diesem Verfahren sehen wir die Lösung für eine große Zahl von Straßen des Falles II und der Grenzfälle zwischen II und III.

III.A.6. Zusammenfassung und Ergebnisse zum Vergleich zwischen der KR- und der PZ-Methode und Empfehlungen für eine reflektierte Anwendung beider Methoden bei Straßen des Falles II

(1) Die KR-Methode - angewandt auf die Fälle II und III von Straßen in Entwicklungsregionen - hat, wenn man keine detaillierten Zusatzuntersuchungen macht, folgende beiden grundsätzliche Nachteile:

- Marktunvollkommenheiten wie Kartelle von Transportunternehmen, mangelnde Markttransparenz und hohe Unterbeschäftigung werden von ihr nicht erfaßt. Sie drücken sich in den Angebots- und Nachfragekurven für Verkehr aus.

Wird der Nutzen über dem neugeschaffenen Verkehr einfach aufgrund des geometrischen Verfahrens geschätzt, so werden oft die Nachfrage- und die Angebotskurven für Verkehr nicht eingehender geprüft. Eine steigende Transportangebotskurve oder eine verschobene Transportnachfragekurve können dann zu schweren Fehlschätzungen führen.

- Der Markt für Verkehrsleistung ist kein partieller Markt. Die wichtigsten Übergangsstellen zu den anderen Sektoren der Regionalwirtschaft müssen untersucht werden.

  Daraus folgen viele Fehlerquellen, die nur umgangen werden können, wenn man jede der Annahmen der einfachen KR-Methode einzeln nachprüft und so zu einer verfeinerten, reflektierten Methode der Konsumentenrente gelangt.

  Die Angebots- und Nachfragekurve auf dem Verkehrsmarkt kann sich im Laufe der Lebensdauer mehrfach merklich verschieben bzw. ihre Neigung ändern. Daher muß besonders eingehend geprüft werden, ob die Nachfragekurve ohne die Investition noch die gleiche ist im Zustand mit der Investition.

(2) Der Nutzen, der dem induzierten Verkehr zuzurechnen ist, hängt nach der KR-Methode nur von drei Größen ab. Sie sind stärkeren Schwankungen im Zeitablauf ausgesetzt, als die KR-Methode suggeriert:

(a) von der Höhe der Kostenersparnisse pro Einheit. Sie werden sich im Zeitablauf dann verändern, wenn sich ceteris paribus die Angebots- bzw. die Nachfragekurve für Verkehr ändert;

(b) vom induzierten Verkehrsvolumen. Dies wiederum hängt von sehr vielen verschiedenen Variablen ab und ist gleichzeitig mit den Kostenersparnissen interdependent;

(c) von der Lage der Nachfragekurve für Verkehr. Sie hängt ausser von vielen anderen Variablen auch wiederum eng vom induzierten Verkehr und gleichzeitig von den Kostenersparnissen ab.

Dies zeigt die Komplexität des Problems der Nutzenmessung in den Fällen II und III. Wir warnen daher in den Abschnitten III.A.1. bis 3. vor der u n r e f l e k t i e r t e n Verwendung der KR-Methode.

(3) Im Abschnitt III.A.1. und 2. hatten wir die 3 Fälle von Straßen genauer definiert und einige allgemeine Annahmen kritisch dargestellt, die man bei der Anwendung der KR-Methode beachten muß. Im Abschnitt III.A.3. haben wir dann einige dieser Annahmen bestehen gelassen und andere genauer untersucht, indem wir ein einfaches Zwei-Regionen-Modell entwickelten, das die Zuwächse an Konsumenten- und Produzentenrente in b e i d e n Regionen berücksichtigen kann. Wir schlugen drei Meßverfahren für die v e r f e i n e r t e bzw. erweiterte Messung des Nutzens nach der KR-Methode vor und diskutierten, wie sie miteinander zusammenhängen. Wenn wir von der Messung von $B_1 + B_2$ sprachen, war zunächst immer die Messung des gesamten Nutzens in beiden Regionen durch alle vier Trapeze für alle Export- und Importgüter gemeint. Der Nutzen aus Zuwachs von Produzentenrente für die Transportunternehmer war dabei ausgeschlossen. Wenn man, was in der Praxis häufig geschehen muß, eines der vier Trapeze nicht berechnet, unterschätzt man den Nutzen ex definitione. Wir haben dafür ein vollständiges Zwei-Regionen-Modell entwickelt und dazu mehrere Meßverfahren durchgespielt.

Der Nutzen einer Straße in engster Definition kann durch das Trapez $A_1 + A_2$ gemessen werden, wenn man lediglich den Zuwachs an Produzentenrente in Region B betrachtet. Mit diesem Trapez kann man den induzierten Exportverkehr

für alle wesentlichen Güter prognostizieren und gleichzeitig ihren Nutzen berechnen. In weiterer Definition wird der Nutzen auch für die Importgüter gemessen durch Hinzunahme des Trapezes $I_1 + I_2$. Die weiteste Definition, welche alle vier Trapeze einschließt, ist so gut wie impraktikabel.

(4) Bei der Analyse der verschiedenen Meßverfahren zeigte sich: $B_1 + B_2$ kann, wenn man es genauer mißt, nicht ohne die Trapeze $A_1 + A_2$ und $I_1 + I_2$ auf den Gütermärkten gemessen werden. Diese Abhängigkeit wird von vielen übersehen, welche die KR-Methode unreflektiert verwenden. Es handelt sich nicht um zwei grundsätzlich verschiedene Meßverfahren, von denen man das eine oder das andere auswählen kann. Vielmehr muß man, um die KR-Methode mit dem Trapez unter der Transportnachfrage sinnvoll anzuwenden, die Situationen auf den Gütermärkten genauer kennen. Wir plädieren für diese Ergänzung der KR-Methode und nennen sie erweiterte oder reflektierte KR-Methode. Wenn man sie anwendet, so erhält man Aufschluß darüber, ob die Annahmen der KR-Methode erfüllt sind oder nicht.

Im Grenzfall des Straßentyps I und II braucht man wenige Daten über die Gütermärkte, im Grenzfall II und III dagegen sehr viele.

(5) Welche Rolle spielt der Produktionszuwachs im KR-Modell? Er beeinflußt dessen entscheidende Variable, den induzierten Verkehr, nur auf indirektem Wege. Die Preisverhältnisse auf den Gütermärkten, welche in den Trapezen (b) und (d) ausgedrückt werden, können nicht übergangen werden. Ohne Produktionszuwachs kann schon erheblicher induzierter Verkehr entstehen, wenn die Preisdifferenzen auf den beiden Märkten groß genug sind.

(6) Wenn die Nachfragekurve nach Verkehr sich wesentlich verschiebt, so nützt auch die erweiterte KR-Methode nichts. Sie muß dann durch die PZ-Methode ersetzt werden, sonst verbirgt man das Problem der verschobenen Preisrelationen auf den Gütermärkten.

(7) Die Abweichung zwischen der Wirklichkeit und den Annahmen des erweiterten KR-Modells ist dann als unzumutbar anzusehen, wenn die Kosten der aus einer Fehlevaluierung resultierenden Fehlinvestition größer sind als die zusätzlichen Kosten für eine verbesserte Evaluierung. Wann dies der Fall ist, kann nur im Einzelfall entschieden werden. Empirische Daten über die Genauigkeit der beiden Methoden gibt es noch nicht.

(8) Im Abschnitt III.A.3.c. haben wir den Aufwand der erweiterten KR-Methode mit dem einer vereinfachten PZ-Methode verglichen, die wir im Abschnitt III.B. noch weiter ausführen werden. Die PZ-Methode ist die direktere Methode; sie braucht nur wenige Daten der KR-Methode. Die erweiterte KR-Methode braucht dagegen viele Daten zur Wertschöpfung. Je größer der induzierte Verkehr im Vergleich zum bestehenden Verkehr ist, in desto größerem Maße haben die PZ- und die KR-Methode gemeinsame Daten; desto größer ist auch die Wahrscheinlichkeit, daß T_i falsch geschätzt wird, wenn der Produktionszuwachs nur sehr vereinfacht geschätzt wird.

Selbst wenn man die PZ-Methode verwendet, kann man auf die Prognose von T_i nicht verzichten; man kann sie aber wesentlich vereinfachen, weil sie nicht zur Nutzenmessung, sondern nur zur Entscheidung über die Bauweise der Straße benutzt wird.

Wir entwickelten ein einfaches Kosten-Modell für die beiden Methoden mit den Variablen Prognosegenauigkeit, Evaluierungskosten und dem Anteil des induzierten Verkehrs am Gesamtverkehr. Wir nahmen an, daß man innerhalb der KR-Methode die Wertschöpfung nur nach einem einfachen Verfahren schätzt; für die PZ-Methode dagegen ausführlich. Die Kosten für die spätere Übersetzung in T_i zu Zwecken der Entscheidung über die Bauweise werden als vernachlässigbar betrachtet.

Die KR-Methode ist vorzuziehen, wenn das Niveau von T_i/T oder das der Prognosegenauigkeit ceteris paribus gering ist. Wenn die Gesamtkosten der erweiterten KR-Methode grösser werden als die Kosten der einfachen PZ-Methode, so geht man auf diese über. Wenn man bei zwei gleich guten Projekten oder einem Grenzprojekt eine zweite Evaluierungsrunde braucht, die höhere Genauigkeit verlangt, so ist es relativ wahrscheinlich, daß man den kritischen Punkt überschreitet, bei dem die PZ-Methode vorzuziehen ist.

(9) Vergleichen wir das Maß $A_1 + A_2$ mit dem Maß $B_1 + A_2$, welches auch den Import in Region B berücksichtigt, so können wir meistens $B_1 + A_2$ vorziehen; denn die Größe B_1 ist statistisch relativ leicht zu erfassen. Die Entscheidung zwischen $B_1 + B_2$ und $B_1 + A_2$ ist schwieriger und hängt weitgehend vom Einzelfall ab.

Wenn T_i/T_n klein ist, ist ceteris paribus $B_1 + A_2$ vorzuziehen, vorausgesetzt, daß $T_i^I \approx T_i^E$ ist.

Wenn T_i/T_n groß ist und $T_i^I \tilde{=} T_i^E$, ist $B_1 + B_2$ vorzuziehen.

Wenn das Verhältnis T_i/T_n durchschnittlich ist und T_i^E wesentlich größer ist als T_i^I, so ist $B_1 + A_2$ vorzuziehen.

(10) Unser Grundmodell haben wir im Abschnitt III.A.4.b. so verfeinert, und ergänzt, dass es - wie wir glauben - die theoretische Grundlage für eine praktische Evaluierungsmethode für den Fall II von Strassen in ländlichen Entwicklungsregionen darstellt, wenn man die weiteren Ergänzungen von Teil III. berücksichtigt.

- Auswirkungen der Verschiebung einer Angebotskurve auf den Gütermärkten müssen in das Grundmodell eingebaut werden. Wenn die Verschiebung wesentlich ist, muß der Nutzen theoretisch gemessen werden, wie in Figur II.C.(2b) beschrieben. Praktisch muß es nach dem heutigen Stand der Wissenschaft durch die PZ-Methode gemessen werden. Ist die Verschiebung unwesentlich, so kann man den Nutzen durch eines der Maße NN'_2 bis NN'_4 messen. Man sollte sich aber über die Unterbewertung im klaren sein.
- Wirkungen von konkurrierenden Straßen und einbehaltener Gewinne im Verkehrssektor sind zu berücksichtigen.
- Die Gewinne an Produzentenrente für den Verkehrssektor sind zu evaluieren.

Daraus entstehen drei praktische, verfeinerte Maße für die KR-Methode. Die ex-post-Evaluierung kann evtl. noch das Maß NN'_2 zu benutzen versuchen. Ex-ante jedoch wird man höchstens mit dem Maß NN'_3 arbeiten können, wenn es sich nicht um eine repräsentative Evaluierung handelt, wo die Kosten hoch sein können, da sie für mehrere Straßen gleichzeitig gilt.

Außer der Verfeinerung sind noch folgende Ergänzungen zur KR-Methode vorzuschlagen:

- die Verteilung der Kostenersparnisse sollte evaluiert werden, falls man keine genauere Analyse der Wertschöpfung machen kann;

- das Straßenprojekt sollte im Zusammenhang mit regionalen Entwicklungsplänen und mit Komplementärprojekten evaluiert werden;
- einige Kennzahlen sollten entwickelt und statistische Durchschnittswerte für den Fall II gesammelt werden, damit das Verhältnis zwischen Transportkosten und Produktionszuwachs kostengünstiger beschrieben werden kann.

(11) Schließlich haben wir einen Vorschlag gemacht, wie man die Vorzüge beider Methoden durch eine geschickte Kombination in sinnvoller Weise vereinen kann. Bei einigen Sektoren mißt man den Nutzen in Form von Kostenersparnissen nach der Konsumentenrente; bei anderen mißt man ihn in Form von Wertschöpfung.

In wievielen und welchen Sektoren man die in ökonomischer Hinsicht vollständigere PZ-Methode anwendet, hängt nach dem, was wir im Abschnitt III.A. gesehen haben, hauptsächlich von drei Faktoren ab:

- von der erstrebten Genauigkeit der Nutzenschätzung
- von der erstrebten Vollständigkeit der Nutzenerfassung und
- von der relativen Bedeutung eines Wirtschaftssektors
- schließlich von den Kosten bzw. der verfügbaren Zeit für die Evaluierung. Diese wiederum hängen hauptsächlich von der technischen Komplexität eines Wirtschaftszweiges ab.

Wenn sich die Marktunvollkommenheiten und großen Änderungen nur auf einen Sektor wie z. B. die Landwirtschaft beziehen, kann man sie durch ein produktionstheoretisches Modell für diesen Sektor berücksichtigen und ansonsten mit der KR-Methode und geringerem Aufwand an Daten verfahren. Wenn sie jedoch viele wichtige Sektoren durchziehen, so ist die ausschließliche Anwendung der PZ-Methode angeraten,

die wir im folgenden Abschnitt III.B. behandeln. Die Größe "Kostenersparnisse auf normalen Verkehr" dient dann nur noch als Kontrollgröße, und der induzierte Verkehr braucht nur noch grob geschätzt zu werden.

(12) Wir hoffen, mit unserem Modell zur Erweiterung der KR-Methode im Abschnitt III.A. nicht nur die Grundlage für eine praktische Evaluierung von Straßen des Falles II gegeben zu haben. Wir hoffen auch, gezeigt zu haben, daß der Fall II nicht in dieser festen Form existiert, sondern aus stetigen Übergängen zu den Fällen I und III besteht; und wir glauben, daß man alle diese Übergänge mit dem von uns gezeigten Instrumentarium beurteilen kann.

Vom Standpunkt des Theoretikers hoffen wir, mit dem Abschnitt III.A. gezeigt zu haben, was wir zu Beginn der Arbeit in Teil I.A.3. behauptet haben: daß die KR- und die PZ-Methode nicht zwei alternative, grundsätzlich verschiedene Maßverfahren und dennoch gleichwertige Absätze sind, wie sie in der Literatur immer dargestellt werden[1)], sondern daß sie sich gegenseitig durchdringen und beinahe stufenlos gegeneinander substituiert werden können; und daß sie es auch sollen, soweit dadurch Zeit und Kosten gespart werden können.

---

1) Vgl. VAN DER TAK, Herman G. und RAY, Anandarup: Economic Benefits ..., S. 37, und HARRAL, Clell G.: Preparation ..., wie wir in Abschnitt I.A.3. dieser Arbeit gezeigt haben.

III.B. Daten zur praktischen Prognose des Produktionszuwachses

III.B.1. Allgemeine Erläuterungen zur Berechnung des Produktionszuwachses

Durch die Flusschemata und Tabellen dieses Kapitels versuchen wir, alle Erörterungen und Empfehlungen zusammenzufassen und zu illustrieren, die wir bisher zur Berechnung nach der erweiterten KR-Methode und zur vereinfachten PZ-Methode hergeleitet haben. Das Kapitel III.B. ist damit vor allem eine Veranschaulichung des Kapitels III.A.

Bisher ist uns kein Modell bekannt, mit dem der Produktionszuwachs, der aus LZ-Straßen resultiert, auf einfache und doch umfassende Weise errechnet werden kann. Entweder sind die Methoden zu einfach und arbeiten mit zu großen Aggregaten: Man schätzt z. B. lediglich die Nachfrage- und Angebotselastizität auf einigen Gütermärkten aufgrund relativ weniger Hintergrunddaten; oder man braucht zu viele Daten, um mit einem produktionstheoretischen Modell zu arbeiten.

In diesem Kapitel zeigen wir, welche Daten erfaßt werden sollten, damit sie zu einem Modell kombiniert werden können, das auf der Mitte zwischen beiden Extremen liegt, und zeigen die Grundlinien, wie sie kombiniert werden sollen, damit ein Standardmodell für die Evaluierung von Straßen des Falles III entsteht bzw. damit die Wertschöpfung auf manuelle Weise berechnet werden kann[1].

Wir zeigen zunächst in zwei Flußschemata, welche Gruppen von Daten erforderlich sind, und die großen Linien, nach denen sie geordnet und kombiniert werden sollen, damit die

---

1) Ein anderes, jedoch nicht grundsätzlich verschiedenes Schema zur Datenerfassung schlägt HARRAL vor: HARRAL, Clell: "Preparation ...",S. 6-11.

Wertschöpfung nach den theoretischen Erfordernissen berechnet werden kann, die wir in den früheren Kapiteln hergeleitet haben (Abschnitt III.B.2.).

Wir geben dann einige Tabellen (Tabellen 1 bis 6, Annex 1) an, in denen die wichtigsten ökonomischen Daten, welche nicht Hintergrunddaten sind, in einer Form angeordnet sind, daß man auf manuelle und vereinfachte Art die Wertschöpfung einer Mikroregion berechnen kann. Dazu kommen die Tabellen I bis III (Annex 2), die die ökonomischen und sozialen Hintergrunddaten liefern, und welche entscheiden helfen, welche Arten von Komplementärinvestitionen evaluiert werden müssen. Die Daten über Kostenersparnisse im Verkehrssektor haben wir hier nicht betrachtet, weil darüber schon ausreichende Literatur besteht[1].

Wir erläutern dann die Flußschemata, nach denen diese Daten zu einem standardisierten Modell zusammengebaut werden können (III.B.3).
örterungen, die wir oben zur Übersetzung der Kostenersparnisse in Wertschöpfung gemacht haben .

Schließlich zeigen wir in Abschnitt III.B.4., welche Zusatzinvestitionen am wichtigsten sind, wenn man Straßen des Falles III baut.

---

1) Vgl. u. a. ODIER, Lionel: "The Economic Benefits ...", und DE WEILLE, Jan: Quantification of Road User Savings, World Bank Staff Occasional Papers No. 2. Baltimore, London 1966. Das Werk von DE WEILLE ist das bisher beste Kompendium von Daten über Kostenersparnisse im Straßenverkehr. Es enthält jedoch nur wenige Originärdaten von Straßen aus Entwicklungsländern. Die Weltbank hat daher im Jahre 1975 spezielle Versuchsreihen anlaufen lassen, - u. a. in Brasilien , - um bessere Daten zu gewinnen.

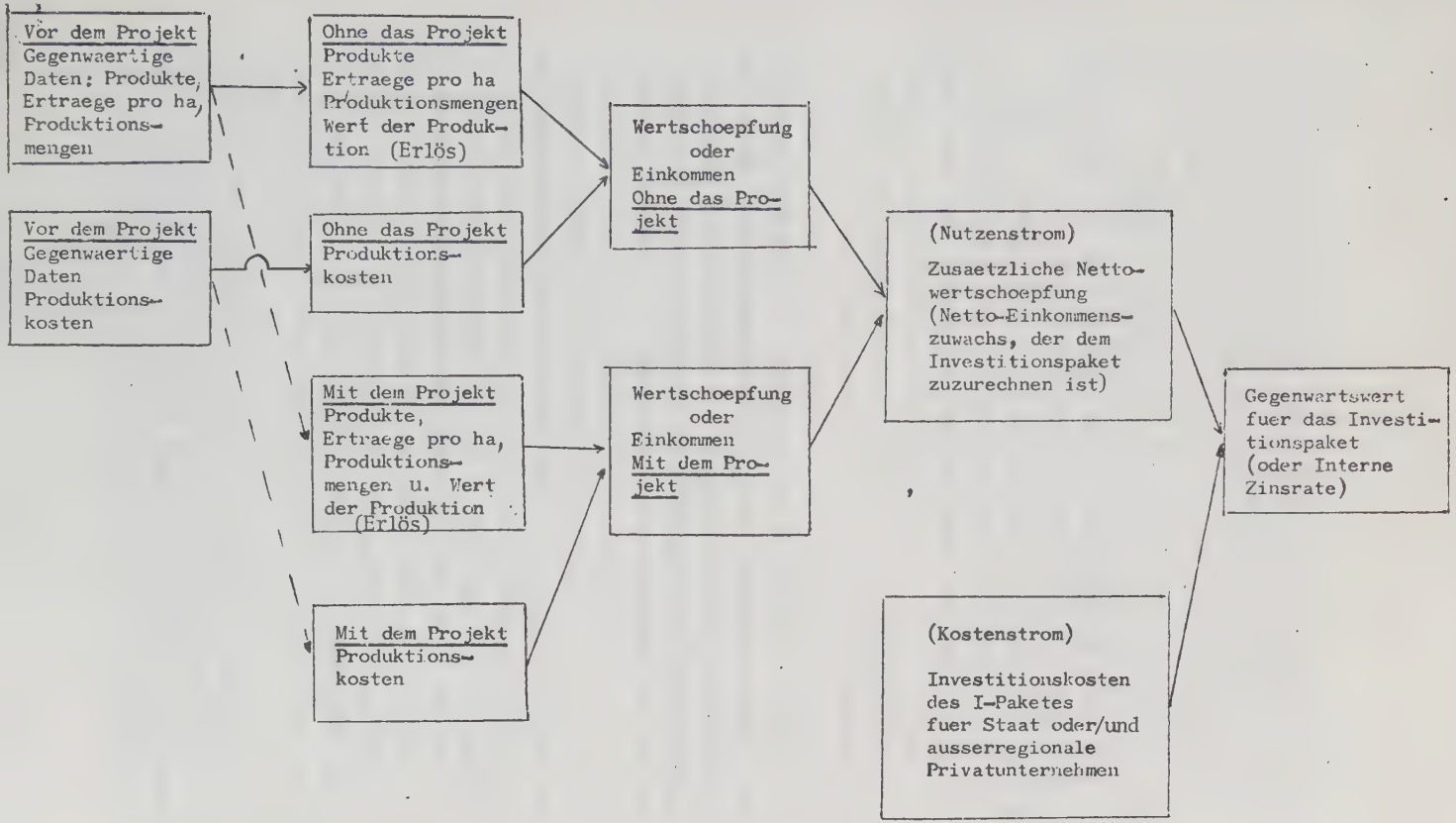
III.B.2. Darstellung der Errechnung des Produktionszuwachses in Flußdiagrammen und Tabellen

Das Flußdiagramm Nr. 1 zeigt in grossen Zügen die Berechnung der Wertschöpfung ohne Abhängigkeit vom Verkehrssektor. Das Flußdiagramm Nr. 2 (Annex 3) zeigt im Detail, wie die wichtigsten Variablen der Tabellen im Gesamtsystem angeordnet werden können, so daß sich ein logischer Rechengang ergibt. Iterationen sind dabei nicht eingezeichnet, sind jedoch nötig.

III.B.3. Erläuterungen zu den Flußdiagrammen und zu den Tabellen

Flußdiagramm Nr. 1 zeigt zur besseren Übersichtlichkeit, welche Datengruppen für die Berechnung der Wertschöpfung im Sektor Landwirtschaft nötig sind, wenn man nicht den Verkehrssektor betrachtet. Nimmt man ihn dazu, so läßt sich das Flußdiagramm Nr. 2 bilden (Annex 3, S. 408).

Es besteht aus zwei Pyramiden oder Hierarchien von Variablen: Zunächst die obere Hierarchie, die die beiden Hauptvariablen des Transportsektors dort bestimmen, wo er mit dem Sektor Landwirtschaft zusammenstößt; die Preise ab Bauernhof mit der Verkehrsinvestition für die (exportierten) Produkte 1, 2, ..., n, und den entsprechenden Preis frei Bauernhof für die (importierten) Produkte "Input-Güter" und "Konsumgüter". Wenn man sie mit den Transportkosten pro Tonnenkilometer kombiniert, erhält man eine Verhältniszahl, die die typischste Verbindung zwischen den beiden Sektoren Verkehr und Landwirtschaft darstellt: Das Verhältnis der Transportkosten zum Preis ab Bauernhof mit der Investition.



Flußdiagramm Nr. 1: Determinanten der Wertschöpfung ohne Berücksichtigung des Verkehrssektors

Die Veränderungen in diesen Variablen bestimmen die Veränderungen im Sektor Landwirtschaft, der in der unteren Pyramide abgebildet ist. Er läuft natürlich auf die Entscheidungsvariable "Nettozuwachs an Wertschöpfung" hinaus. Diese kann dann, wenn man die PZ-Methode verwendet, direkt mit den Kosten der Investition verglichen werden.

Wählt man dagegen die KR-Methode, so muß man noch einige zusätzliche Variablen bzw. Kennzahlen errechnen, die wir im Abschnitt III.A. ausführlich erläutert haben, wie:

- Das gesamte Verkehrsvolumen mit der Investition.
- Die Zusammensetzung des Gesamtverkehrs T nach Produkten und
- Das Verhältnis des Induzierten Verkehrs zum Gesamtverkehr T_i/T.

Das gleiche gilt, wenn man das zukünftige Verkehrsvolumen nur berechnet, um die optimale Streckenführung und die zugehörigen Kosten zu berechnen. Diese Berechnung sollte enger im Zusammenhang mit der Nutzenberechnung geschehen, als dies bei den meisten bisherigen Evaluierungen geschieht.

Die Hierarchie der Determinanten der Produktion zerfällt wie üblich in die Erlös- und Kostenseite. Einige Variablen sind wegen der besseren Übersicht klar aufgeteilt in ihre Beträge "ohne" und "mit", andere erscheinen nur als Differenzen oder Proportionen. Natürlich können die verschiedensten anderen Kennziffern oder Indikatoren in Form von Differenzen, Proportionen oder in anderer Form wie z. B. (Angebots-) Elastizitäten gebildet werden. Wir haben nur einige wichtige zur Veranschaulichung gebracht.

Nach dem, was in den vorigen Abschnitten über die Theorie gesagt worden ist, welche hinter der praktischen Evaluierung steht, ergibt sich, daß dieses Schema äußerst vereinfacht ist. Nur die Hauptdeterminanten und ihre Hauptab-

hängigkeiten werden gezeigt, um eine grundlegende Stütze für die praktische Evaluierung einer LZS zu geben. Viele Interdependenzen bleiben hier unberücksichtigt, um die Übersichtlichkeit des Schemas nicht zu beeinträchtigen.

Berechnung des Produktionszuwachses im Iterationsverfahren

Wir haben bei der Diskussion der Prognoseverfahren gezeigt, daß im idealen Falle alle Kalkulationen im Computer iteriert werden müssen. Auch für den Fall von ländlichen Zubringerstraßen sollte ein Computerprogramm benützt werden, wenn auch in etwas anderer Weise als bei den früher beschriebenen Verkehrsnetz-Modellen.

Welches sind die Haupt-Anforderungen an ein Computermodell für LZB?

Es sollte erstens Sensitivitätsanalysen erleichtern für den Fall, daß mehrere verschiedene Werte von wichtigen Variablen vorliegen, d. h. daß sie unsicher sind. Es sollte zweitens einfache Iterationsrechnungen durchführen können, so daß z. B. der Einfluß des Produktionszuwachses von Jahr 1 auf die Transportkostenersparnisse von Jahr 2 errechnet werden kann. Vielleicht genügen auch Iterationen in Zweijahres-Abständen. Zur Zeit existieren, soweit wir wissen, noch keine Computer-Simulationsmodelle für LZS, ausser in der Weltbank, die in jüngster Zeit ein solches Modell in ihrer Transportabteilung entwickelt hat.

Nicht alle Variablen können übersichtlich in einem Flußschema wie Nr. 2 dargestellt werden. Daher haben wir folgende Ergänzungen und Spezifikationen gemacht (Annexe 1 und 2):

1. Die Tabellen I bis III bringen allgemeine Hintergrunddaten, die nicht im Flußdiagramm 1 oder 2 enthalten sind, die aber zur Berechnung oder Schätzung dieser Variablen nötig sind. Tabelle III

bringt insbesondere Daten über wichtige Komplementärinvestitionen, welche die Einkommenszuwächse erheblich beeinflussen können.

2. Die Tabellen 1 bis 6 bringen Einzelheiten zur Erfassung und Berechnung der Variablen aus den beiden Flußdiagrammen. Sie dienen dazu, in praktischer Tabellenform zu zeigen, welche Daten in welcher Weise erfaßt und in welcher Reihenfolge kombiniert werden müssen, um schließlich die Rendite des Projekts zu errechnen. Sie sind ein Anhaltspunkt für das Team, das eine LZB evaluieren will. Alle Tabellen beschränken sich auf die Berechnung der ökonomischen Rentabilität.

Soziale Effekte werden nur so weit als Nutzen betrachtet, als sie in Produktionszuwachs übersetzt werden können. Hierzu muß geeignete Spezialliteratur herangezogen werden, wie sie bei ISRAEL angegeben ist. Tabelle 6 ist von besonderer Wichtigkeit: Sie zeigt, wie die Kostenersparnisse aus dem Verkehrssektor in die Kalkulation der Wertschöpfung eingehen.

Der Einfluß der Variablen auf den Produktionszuwachs kann in dieser Tabellenform nicht übersichtlich dargestellt werden. Sie wird später wichtig, um die Sensitivitätsanalyse zu vereinfachen, die für die gezielte Datensammlung entscheidend ist. Die Bedeutung der einzelnen Variablen für die Nutzenberechnung wird ungefähr wiedergegeben durch das Flußschema Nr. 2: Je höher die Daten des Verkehrssektors und der produzierenden Sektoren in der Hierarchie angeordnet sind, desto größer ist ungefähr ihr Einfluß auf die Wertschöpfung. Eine genaue Rangfolge kann sich jedoch erst nach einer Sensitivitätsanalyse ergeben, die für jedes einzelne Projekt zu etwas anderen Rangfolgen führen wird. Eine ähnliche Hierarchie von Variablen könnte auch gemacht

werden für die Kostenseite des Projekt (vgl. Abschnitt über Risikoanalyse).

Mit den Tabellen 1 bis 6 (Annex 1) kann man auf manuelle Weise den Produktionszuwachs errechnen. Man braucht dazu ein gemischtes Evaluierungsteam aus Landwirten, Agrar-Betriebswirten und Verkehrsökonomen. Der schwierigste Teil wird darin bestehen, die Transportkosten auf Inputs und Outputs in Tabelle 6 (Annex 1) zu errechnen. Hier gelten alle Empfehlungen, die wir im Abschnitt III.A. gegeben haben; die Verteilung der Transportkostenersparnisse bleibt nach wie vor ein zentrales Problem.

Abschließende Bemerkung

Bisher existiert noch kein spezielles Modell der Art, wie wir es hier in den Grundzügen dargestellt haben. Es müßte sowohl in einer Version bestehen, die auf kleinen Computern berechenbar ist, als auch aus einer Version, die im Feld vom Evaluierungsteam auf elektronischen Taschenrechnern gehandhabt werden kann.

Das Modell könnte von einem überdisziplinären Team von Verkehrsingenieuren und Agrarökonomen und -soziologen und einigen Programmierern gebaut werden. Wir schätzen, daß dies bei einem etwa zehnköpfigen Team nicht mehr als ein Jahr dauern würde, bis es fertig zu den ersten Testversuchen ist. Ein weiteres Jahr dürfte genügen, um es mit einigen ex-post-Evaluierungen grob zu testen. Bis es ausreichend getestet ist, würden sicher zehn Jahre nötig sein (vgl. Abschnitt II.C.). Bis dahin sollte es mit so vielen Varianten konzipiert werden, daß für spezielle Fälle leicht Änderungen "von Hand" gemacht werden können. Gegenüber den bisherigen Methoden würde es auch in seiner "grob" getesteten Form schon einen erheblichen Fortschritt darstellen.

Viele unserer Vorschläge müssen, auch wenn sie theoretisch plausibel sind, noch auf ihre praktische Anwendung hin geprüft werden. Das gilt sowohl im Hinblick auf die Frage (a) welche Gruppe von Variablen in welcher Kombination am geeignetsten ist, die Umsetzung von Verkehrsersparnissen in Produktion zu reflektieren, als auch (b) wie die Basisdaten für diese Variablen am kostengünstigsten erfaßt werden können.

Mit dieser Zielsetzung hat die Weltbank 1974 begonnen, erste ex-ante-Studien in kleinem Rahmen zu machen. Es wird jedoch etwa zehn Jahre dauern, bis Vergleiche zwischen detaillierten ex-ante und ex-post-Erhebungen möglich sein werden und bis daraus allgemeinere Regeln zur Verbesserung der Evaluierungsmodelle abgeleitet werden können.

III.B.4. Welche Zusatzinvestitionen sind wichtig beim Bau von LZS?

Bei Straßeninvestitionen in ländlichen Regionen hat sich immer mehr die Meinung durchgesetzt, daß eine "Farm-zu-Markt-Straße" (farm-to-market-road) als Sonderfall der LZ-Straße allein nur wenig ausrichten kann. (Es macht übrigens in diesem Zusammenhang keinen Unterschied, ob es sich um eine Durchgangsstraße (trunk-road) ohne Zubringerstraßen oder um ein System von LZS handelt, die direkt oder in Verbindung mit der Durchgangsstraße die Marktregion (Provinzstadt) mit den Dörfern verbindet; beide dienen hier dem gleichen Zweck, nämlich Nahrungsmittelmärkte mit ihren Anbaugebieten zu verbinden. Die ländlichen Zubringerstraßen dienen ihnen ausschließlich, die Durchgangsstraßen unter anderem. Wir betrachten vor allem solche Durchgangsstraßen, auf denen der lokale Verkehr einen relativ großen Anteil am Gesamtverkehr hat).

Daher bereitet z. B. die Weltbank in ländlichen Regionen ihre Straßeninvestitionen immer häufiger nur noch im Rahmen von Gemeinschaftsinvestitionen vor und drängt die Regierungen der Kreditnehmer-Länder, dafür die administrativen Voraussetzungen zu schaffen.

Bei Straßen des Falles III, welche durch einen besonders hohen Anteil von induziertem Verkehr am Gesamtverkehr gekennzeichnet sind, kommt damit meistens ein zweites Merkmal hinzu: Die Straße würde nicht zu einem entscheidenden Entwicklungsimpuls werden, wenn sie nicht durch Komplementärinvestitionen ergänzt würde. Wir fragen hier, welche Zusatzinvestitionen beim Bau von LZ-Straßen am wichtigsten sind, bzw. in anderer Fragestellung, welche hemmenden Faktoren existieren, die man durch Zusatz-Programme überwinden kann.

Diese Frage muß grundsätzlich im einzelnen Falle entschieden werden. Es kann jedoch hilfreich sein, zu erfahren, welche von den zahlreichen hemmenden Nebenbedingungen, von denen ein angemessener Einkommenszuwachs abhängt, genauer geprüft werden sollen. Erst dann kann im Einzelfall entschieden werden, ob sich eine Komplementärinvestition lohnt und schließlich, wie das Budget des Investitionspakets auszusehen hat.

Wir geben zunächst eine Liste von hemmenden Faktoren, die häufiger anzutreffen sind, und zeigen dann, welches nach Meinung von Weltbank-Fachleuten ihre ungefähre relative Bedeutung ist.

Art der Komplementärinvestition	Relative Bedeutung
A. Produktionsstruktur.	
1. Zu starke Konzentration von Landbesitz, (a) wenn genügend kultivierbares Land vorhanden oder (b) zu wenig kultivierbares Land vorhanden - im Verhältnis zur Bevölkerungsdichte	(3)
2. Primitive Anbautechniken bei Fehlen jeglicher landwirtschaftlicher Schulungsprogramme	(1)
3. Mangelnde Qualität landwirtschaftlicher Schulungsprogramme	(2)
4. Mangel an Investitionen in den mit der Landwirtschaft eng verflochtenen Sektoren	(6)
5. Mangel an Produktions-Kooperation	(10)

Art der Komplementärinvestition	Relative Bedeutung
B. Vermarktung.	
1. Unangemessene Vermarktungsstruktur (zu schlechte Verbindung Land-Stadt aufgrund schlechter Struktur des Handels)	(12)
2. Zu große Handelsspannen	(11)
3. Mangel an Vermarktungskooperativen	(4)
4. Mangel an Lagerräumen	(9)
C. Soziale Aspekte.	
1. Traditionsgebundenheit und mangelnde Aufgeschlossenheit für Wandel	(8)
2. Mangel an Gemeindeentwicklung und Erziehung	(5)
3. Mangel an Kreditzugang (Kreditgenossenschaften)	(7)

Eine ähnliche Liste von hemmenden Faktoren hat die Weltbank im Rahmen einer breit angelegten Nachuntersuchung gemacht, in der ein repräsentativer Querschnitt von Straßen aus verschiedenen Entwicklungsländern auf ihre Beiträge zur Einkommenssteigerung ihrer Agrarregion evaluiert wird.
Die Studie ist noch nicht veröffentlicht. Die genannten Ergebnisse sind aus Interviews entstanden.

In der Mehrzahl sind die betrachteten Projekte Durchgangsstraßen; sie dienen jedoch größtenteils dem gleichen Ziel wie die LZ-Straßen. Daher sind die Ergebnisse übertragbar. Die obige Liste ist keineswegs vollständig und ohne Überschneidungen. Sie dient aber als grobe Orientierung.

Es wurde eine ungefähre Schätzung der relativen Bedeutung der hemmenden Faktoren versucht. Die ungefähre Reihenfolge der hemmenden Faktoren aus der Sicht der Weltbank-Experten ist in der Spalte der relativen Bedeutung eingetragen.

Die durchschnittlich höchste relative Bedeutung haben die hemmenden Faktoren im produktiven Sektor. In jeder der untersuchten Straßen treten zwar beinahe alle hemmenden Faktoren auf, aber die im produktiven Sektor haben das größte Gewicht.

Primitve Produktionsmethoden in der Landwirtschaft sind das Haupthindernis dafür gewesen, daß die Transportkostenersparnisse sich in beträchtlichen Einkommenszuwachs umsetzen konnten. Eng verwandt damit sind die landwirtschaftlichen Ausbildungsprogramme. Wo sie vorhanden waren, waren sie ausnahmslos nicht ausreichend. Sie bildeten wahrscheinlich das nächstgrößte Hindernis, soweit man sie getrennt von den Produktionstechniken gewichten will.

Die Gewichtungen, die hier gegeben werden, sind nur unter der Voraussetzung zutreffend, daß man das bestehende sozio-ökonomische System nicht verändern will. Man macht durch Investitionen nur solche Änderungen, die das materielle Wohlfahrtsniveau einer überwiegenden Mehrzahl der Landbevölkerung besser stellen, ohne das einer Minderheit schlechter zu stellen. Letzteres würde im Fall der Agrarreform eintreten. Das materielle Niveau einer Landbesitzerschicht würde sicher kurzfristig, vielleicht auch relativ langfristig sinken, wenn Landreformen gemacht würden, die das materielle Niveau einer Mehrzahl von Kleinbauern oder Landarbeitern mittelfristig und langfristig anheben könnte.

Deshalb rangiert die Konzentration des Landbesitzes (A.1.) erst an dritter Stelle; gleiches gilt für die "Traditionsgebundenheit und mangelnde Aufgeschlossenheit für Wandel" (C.1.). Dieses Hindernis wäre kurzfristig überhaupt nicht, längerfristig nur durch revolutionäre Änderungen der sozioökonomischen Struktur zu überwinden. Beide Faktoren würden dann an erster Stelle stehen, wenn diese (wie auch immer zu definierenden) Strukturen zerbrochen werden könnten, was nicht ohne Wohlfahrtseinbußen für Minderheiten abgeht.

Die hier gegebene Rangliste ist jedoch für die meisten Institutionen, die Entwicklungshilfe betreiben, die wichtigere.

Welches sind die wichtigsten Komplementär-Investitionen, die sich aus dieser Liste ergeben?

Wir betrachten hier nur solche, die möglichst wenig die bestehende Struktur verändern, d. h. welche eine ausländische Entwicklungshilfeorganisation finanzieren könnte, ohne sich in die inneren Angelegenheiten der Empfängerländer einzumischen.

Wir sehen folgende:

1. Landwirtschaftliche Schulungsprogramme,
2. Gemeindeentwicklungsprogramme und Alphabetisierungskampagnen,
3. Programme zur Einrichtung von Vermarktungs- und Produktionsgenossenschaften,
4. Einrichtung von Kreditgenossenschaften oder ländlichen Entwicklungsbanken.

Die Straßeninvestition in einer Region sollte in vielen Fällen besser unterbleiben, wenn nicht einige dieser Komplementärinvestitionen gemacht werden können. Bei strenger Berechnung des Einkommenszuwachses würden in vielen Fällen die Nutzen-Kosten-Relation so gering ausfallen, daß das LZS-Programm ohnehin im Wettbewerb mit besser entwickelten Regionen verlieren müßte.

Wir betonen hierbei nocheinmal, daß es sich nur um Zusatzinvestitionen handelt, die schon mittelfristig den reinen Produktionszuwachs vergrößern helfen, der von einer LZS ausgeht, und welche sich relativ leicht in Produktion ausdrücken lassen.

Zu diesen kurzfristig wirksamen Komplementärinvestitionen kommen noch die typischen "sozialen Investitionen" (Gesundheitswesen und Alphabetisierung). Sie müssen unternommen werden, damit langfristig das materielle und kurzfristig das nicht-materielle Wohlfahrtsniveau angehoben wird. Diese können dann nur durch den Cost-Effectiveness-Ansatz bewertet werden.

Wie kann man das hier geschilderte Verfahren der Gewichtung von Komplementärinvestitionen für die ex-ante-Analyse verwenden? Wie werden in der praktischen Evaluierung die wichtigsten Komplementärinvestitionen festgestellt?
Die erste Evaluierung der Hintergrunddaten für die Verkehrsinvestition, die in den Tabellen 1. und 2. im Annex zu III.B.2. aufgelistet sind, bringt schon einige Hinweise, welche Komplementärinvestitionen in Frage kommen können. Die Evaluierung der ökonomischen Daten, die zum Flußschema Nr. 2 gehören, kann dann begleitet werden durch Erfassung von grundlegenden ökonomischen Daten über die elf (ökonomischen) hemmenden Faktoren der obigen Tabelle. Daraufhin wird eine erste Rangfolgenliste durch das Evaluierungsteam erstellt. Diese bestimmt, für welche Typen von Komplementärprojekten weitere Daten gesammelt werden sollen. Aus diesen wird der zusätzliche Einkommenszuwachs geschätzt, der aus den Komplementärinvestitionen zusammen mit den Verkehrsinvestionen resultiert. Anhand dieser Daten wird dann über das optimale Investitionspaket entschieden. Ein theoretisch befriedigendes Verfahren, hierzu hat, wie wir gesehen haben, ISRAEL in seinem oben diskutierten Modell angegeben. [1]

---

1) ISRAEL, Arturo: "Feeder Road Methodology"...., S. 25 ff.

III. C. Die erweiterte Evaluierung von nicht-ökonomischen Wirkungen durch die Kosten-Wirksamkeitsanalyse

Weshalb ist eine Erweiterung der Nutzen-Kosten-Modelle, speziell für den Fall II, in Richtung auf einen Ansatz der Kosten-Wirksamkeitsanalyse (hier auch abgekürzt: KWA) nötig?

Wir haben geschildert, auf welche Weise nicht-ökonomische Wirkungen durch ein produktionstheoretisches Modell wie das von ISRAEL in Produktionszuwachs übersetzt werden. Wir müssen hierbei aber zwei Kritiken anführen, die seine praktische Anwendung einschränken:

(1) Nicht alle nicht-ökonomischen Effekte lassen sich in Produktion übersetzen; einige heben das Wohlfahrtsniveau direkt an, ohne den materiellen Umweg über das höhere Produktionsniveau. Ein Beispiel dafür ist die Einführung einer Altersversicherung oder Arbeitslosenversicherung für die arme Landbevölkerung.

Außerdem gibt es Effekte, die zwar zum Teil in zusätzliche Produktion übersetzt werden können, die aber einen autonomen Teil haben, der wie in (a) das Wohlfahrtsniveau direkt anhebt. Ein Beispiel dafür ist das Gesundheitsniveau, das Bildungsniveau und viele andere Variablen, die als grundlegende Menschenrechte z. B. in der UNO-Charta niedergelegt sind.

Für sie braucht man eine gesonderte Evaluierungsmethode; man muß die Nutzen-Kosten-Analyse, die auf die Vergleiche der wirtschaftlichen Effekte beschränkt ist, erweitern zur Kosten-Wirksamkeits-Analyse. (Cost-Effektiveness-Analysis, hier kurz: CEA).

(2) Die Evaluierung mit produktionstechnischen Modellen, welche allein einen Teil der nicht-ökonomischen Wirkungen adäquat in Produktion übersetzen kann, ist für viele praktische Fälle zu teuer. Das gilt insbesondere, wenn Daten fehlen und wenn die LZS-Projekte nicht homogen sind. Wir brauchen ein einfacheres, billigeres Verfahren. Im Rahmen der CE-Analyse lassen sich solche Modelle finden. Wir entwickeln dies in den folgenden Abschnitten.

III.C.1. Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse bei Straßenprojekten in ländlichen Regionen

Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse wurde zunächst mit dem Ziel entwickelt, über Investitionen auf dem Militärsektor zu entscheiden. Später wurde sie auf dem Sektor der städtischen Verkehrsplanung benutzt, wo ebenfalls eine große Zahl intangibler Effekte vorkommen. Anstatt diese mit unzureichenden Mitteln teilweise oder ganz in monetäre Werte zu übersetzen zu versuchen oder sie lediglich verbal zu beschreiben, ließ man sie subjektiv durch eine repräsentative Gruppe bewerten.

Vom Bereich der städtischen Verkehrsplanung [1] wurde sie nur in sehr wenigen Einzelbeispielen auch auf den Bereich ländlicher Straßenplanung übertragen. Wir können hier

---

1) Vgl. u. a. SCHIMPELER, Charles C. and GRECCO, William L.: "Systems Evaluation: An Approach Based on Community Structure and Values"; Highway Research Record No. 238 - Highway Research Board 1968, Washington D. C..

anführen: Eine Planung von Landstraßen in Liberia[1] und den Entwurf für ein ökonomisches Planungsmodell für Straßen im Sudan, welches eine Vorauswahl von Investitionsprojekten mit einer KWA macht[2].

Wir glauben, daß die Anwendung der KWA in der Verkehrsplanung ländlicher Entwicklungsgebiete langfristig eine gute Zukunft haben wird. Nach einiger Erfahrung mit der Benutzung dieser Methode wird man wahrscheinlich für jeden eng definierten Typ von Straßeninvestition eine Mindest-Effektivität definieren können, ähnlich wie man eine ökonomische Mindestrentabilität für Verkehrsinvestitionen definiert. Dies würde die Methode noch wesentlich wirkungsvoller und einfacher machen.

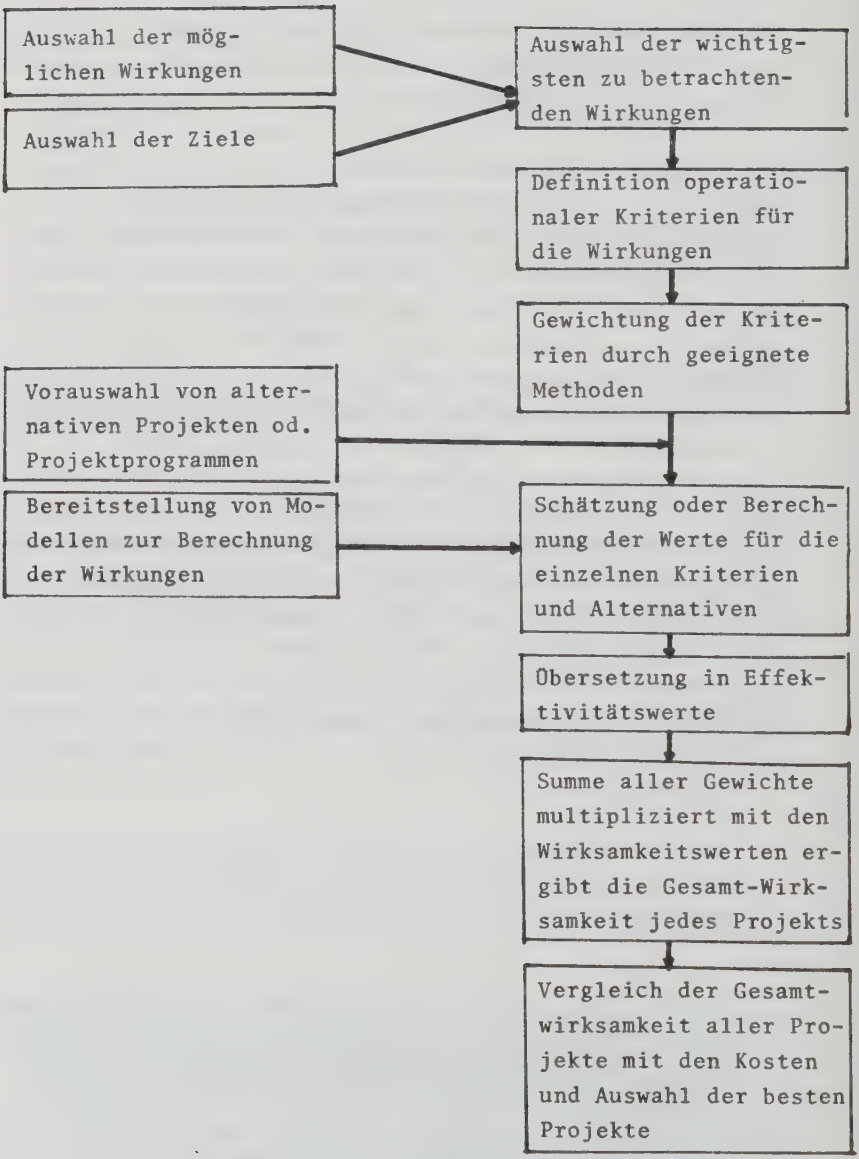
Man kann mit der KWA außerdem gleichzeitig eine große Anzahl von homogenen Straßenprojekten (z. B. LZS-Projekten) in den verschiedensten Regionen vergleichen und damit die Optimierung für die Investitionen dieses speziellen Typs auf der Ebene einer ganzen Volkswirtschaft erreichen.

Einen Überblick über die großen Schritte, die bei der KWA speziell von Straßenprojekten durchzuführen sind, gibt das folgende Flußschema.

---

1) STANLEY, W. R.: Evaluating Construction Priorities of Farm to Market Roads in Devleoping Countries: A Case Study; Transportation and Geography - Comments and Readings - HURST, Micheal E. Eliot (Editor), S. 417 bis 440, New York 1974;

2) DE WEILLE, Jan und MILLER, Leon H.: Sudan Transport Study Model, I.B.R.D. Economics Department Working Paper No. 93, Washington D. C., Nor. 1970.



Figur III.C.(1): Grundmodell der Kosten-Wirksamkeits-Analyse

Wenn man es mit einer großen Zahl von Alternativen zu tun hat, z. B. etwa zwanzig aus fünfzig ländlichen Zubringerstraßen eines großen Programms auszuwählen hat, so empfiehlt sich die Darstellung des Grundmodells der KWA in Matrizenform (vgl. ENGLISH, LITTLE, SCHIMPELER und JESSIMAN)[1].

III.C.2. Die Wirksamkeits-Matrix

Wir nehmen an, daß n Ziele oder Kriterien existieren (wobei das Kriterium als ein operationaler Maßstab für jedes Ziel definiert wird), welche bei den verschiedenen Alternativen des Projekts (P_i) evaluiert werden. Die n verschiedenen Kriterien haben die Bezeichnung G_j, die m verschiedenen Projekt-Alternativen heißen P_i mit $i = 1, 2, \ldots, m$. Wir nehmen weiter an, daß für jedes dieser Kriterien (G_j) ein Koeffizient u_j existiert, der den Nutzen für das Ziel oder Kriterium angibt (wobei $j = 1, 2, \ldots, n$). Dieser Nutzenkoeffizient kann auch bezeichnet werden als der Gewichtungsfaktor, der jedem der Kriterien zugeordnet wird, welche die Gesamtheit der Wirkungen der Investition repräsentieren sollen.

---

1) - ENGLISH, John Morley: Cost Effectiveness, The Economic Evaluation of Engineered Systems, New York 1968

- LITTLE, Arthur D. (Ed.): Cost-Effectiveness in Traffic Safety, New York 1968
- SCHIMPELER, Charles C. (et alii): "Systems Evaluation ...".
- JESSIMAN, W. (et alii): A Rational Decision Making Technique for Transportation Planning, in: Transportation Systems Analysis and Evaluation of Alternate Plans, Highway Research Record No. 180, Washington D. C. 1967, S. 71 ff.

Diese Gewichte werden durch spezielle Verfahren der Präferenzanalyse zugeordnet, wobei Teams von Experten und repräsentative Einwohner der Region, durch die die Strassen führen, ihre Meinung abgeben.

Wir definieren weiterhin als e_{ij} die "Wirksamkeit" oder Effizien; das ist eine Maßzahl dafür, in welchem Maß das Ziel j erreicht wird, wenn die Alternative i (LZS Nr. i) durchgeführt wird. Sie wird z. B. durch ein interdisziplinäres Expertenteam errechnet bzw. geschätzt; es repräsentiert die Entscheidungsträger. Eine Consulting-Firma repräsentiert also beispielsweise die Straßenbaubehörde. Es gelten die Bedingungen

$$(1) \sum_{j=1}^{n} u_j = 1 \quad \text{und}$$

$$(2) \; 0 \leq e_{ij} \leq 1$$

Wir definieren als E_i die gesamte Wirksamkeit (oder Gesamt-Effizienz) der Alternative i (LZS-Projekt i). Der höchste Betrag E_j kennzeichnet die höchste Effizienz zwischen verschiedenen Projekten bzw. (bei gleichen Kosten) das beste Projekt.

Gewichtungs-faktor	u_1 u_2 ... u_j ... u_n	
Ziel oder Kriterium / Projekt-Alternative	G_1 G_2 ... G_j ... G_n	Gesamt-Effizienz der Projekt-alternative i
P_1	e_{11} e_{12} ... e_{1j} ... e_{1n}	E_1
P_2	e_{21} e_{22} ... e_{2j} ... e_{2n}	E_2
.	. . . .	.
.	. . . .	.
.	. . . .	.
P_i	e_{i1} e_{i2} ... e_{ij} ... e_{in}	E_i
.	. . . .	.
.	. . . .	.
.	. . . .	.
P_m	e_{m1} e_{m2} ... e_{mj} ... e_{mn}	E_m

Figur III.C.(2): Das Grundmodell der KWA: Die Wirksamkeits- oder Effizienz-Matrix

Die Gesamt-Effizienz einer Projekt-Alternative i kann auch geschrieben werden als

$$E_i = \sum_{j=1}^{n} e_{ij} \cdot u_j \quad \text{für alle } i = 1, 2, \ldots, m$$

In Matrizenschreibweise haben wir dann die folgende Form:

$$\begin{pmatrix} e_{11} & \cdots & e_{12} & \cdots & e_{1j} & \cdots & e_{1n} \\ e_{21} & \cdots & e_{22} & \cdots & e_{2j} & \cdots & e_{2n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ e_{i1} & \cdots & e_{i2} & \cdots & e_{ij} & \cdots & e_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ e_{m1} & \cdots & e_{m2} & \cdots & e_{mj} & \cdots & e_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_j \\ \vdots \\ u_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_i \\ \vdots \\ E_n \end{pmatrix}$$

oder in Vektorenschreibweise

$$E = \underline{e}_{ij} \cdot \underline{u}_j$$

Dabei ist

$\underline{u}_j$: der Spaltenvektor, dessen Elemente die Nutzengewichte darstellen, welche jedem der n Kriterien zugeordnet sind. Sie basieren auf den Gewichten, welche von Mitgliedern der Projektregion und der evaluierenden Consulting-Firma ermittelt worden sind.

$\underline{e}_{ij}$: ist die Matrix der Effizienzwerte.

E: ist der Spaltenvektor, dessen Elemente die gesamte Effizienz einer jeden einzelnen Projektalternative P_j darstellen.

Mit Hilfe dieser Effizienz-Matrix und geeigneter Verfahren der Investitionsoptimierung kann dann die Gruppe der besten Projekte herausgesucht werden, auch unter den Nebenbedingungen einer Budgetbeschränkung oder einer Mindest-Effizienz. Wir gehen hier nicht darauf ein. Es sind grundsätzlich die gleichen Verfahren, die in der Investitionsrechnung und der Nutzen-Kosten-Analyse verwandt werden. Was uns mehr interessiert, ist die Frage, wie die Gewichte und wie die Effizienzwerte bestimmt werden.

III.C.3. Auswahl des Personenkreises zur Bestimmung der Gewichte und Effizienzwerte

Man kann nun repräsentative Gruppen bestimmen, welche die Nutzenwerte (Gewichte) u_j für jedes Kriterium oder Ziel festlegen. Man sollte dies nicht dem Evaluierungstem der

Consulting-Firma überlassen, ebensowenig den Politikern, die über das Straßenprogramm entscheiden; sondern man sollte im Idealfall eine gemischte Gruppe von Befragten zusammenstellen, welche repräsentiert:

(a) verschiedene soziale- und Einkommensklassen aus der Projektregion und

(b) verschiedene Fachrichtungen, z. B. Ingenieure, Volkswirte, Soziologen, Erziehungswissenschaftler etc., soweit sie sich mit der Regionalentwicklung des ländlichen Raumes befassen.

Diese Interview-Gruppe gibt ihre Meinungen in Form von Fragebogen ab. Nach später näher zu beschreibenden Verfahren gelangt man so zu einer repräsentativen Gewichtung der einzelnen Ziele; z. B. erhält der "agrarische Produktionswert" der Region 30 %, der "Zugang zu Schulen" 15 % und der "Zugang zum Kreditsystem" 5 % Gewicht.

Die gleiche Interview-Gruppe kann auch die Effizienzwerte e_{ij} schätzen. Wenn man das KW-Modell noch "objektiver" machen will, so wählt man eine Gruppe, die nur die Gewichtungen gibt, und eine zweite Gruppe, welche die Effizienzwerte für jedes Projekt und jedes Ziel schätzt.

III.C.4. Die Gewichtung der Ziele und die Übersetzung in Effizienzwerte

III.C.4.a. Die Gewichtung der Ziele

Es gibt viele Verfahren, mit denen die Prioritäten der verschiedenen Ziele und der Kriterien, durch die sie gemessen werden können, festgelegt werden, d. h. mit denen ihre Gewichte bestimmt werden können. Einen guten Überblick

über die wichtigsten Verfahren gibt ECKENRODE[1]. Er vergleicht sie nach ihrer Zuverlässigkeit und ihrem Zeitaufwand. Wir erwähnen lediglich drei der wichtigsten Methoden, die für die praktische Anwendung in Frage kommen.

(a) Die "Klassifikationsmethode" (rating).

Diese Methode wird u. a. dargestellt bei SCHIMPELER[2] und ECKENRODE[3]. Jedem aus der Gruppe der Befragten wird eine Skala vorgelegt, welche von 0 bis 10 führt. Jedes Ziel j soll einem Punkt auf dieser Skala zugeordnet werden. Jedes Mitglied i der Interviewgruppe gibt also dem Ziel j einen Wert V_{ij}. Die Gewichtung für das Ziel j wird dann auf folgende Weise als Prozentzahl ausgedrückt:

$$(1)\quad V_j = \sum_{i=1}^{m} V_{ij} \qquad \text{für alle Ziele } j = 1, 2, \ldots, n$$

und

$$(2)\quad u_j = \frac{V_j}{\sum_{j=1}^{n} V_j} \qquad \text{für alle Ziele } j = 1, 2, \ldots, n$$

Dabei ist

V_{ij}: die Punkte zwischen 1 und zehn, die das Ziel j vom Mitglied i des Bewertungsteams erhalten hat.

V_j: die Gesamtheit der Punkte zwischen 1 und 10, welche das Ziel j erhalten hat.

u_j: Gewicht des Kriteriums j

---

1) ECKENRODE, Robert T.: Weighting Multiple Criteria; Management Science, Vol. 12, No. 3, Nov. 1965, Providence, USA.

2) SCHIMPELER, Charles C.: "Systems Analysis ...".

3) ECKENRODE, Robert T.: "Weighting Criteria ...".

(b) Die "Rangfolge-Methode" (ranking)

Sie wird ebenfalls dargestellt bei SCHIMPELER und ECKENRODE. Jedes Mitglied des Bewertungsteams wird aufgefordert, die n Ziele nach der Rangfolge ihrer Bedeutung zu ordnen. Auf diese Weise erhält das Ziel mit dem höchsten Rang den Wert n-1, das nächstwichtige den Wert n-2 und das unbedeutendste den Wert 0. Diese Werte werden dann in Prozenten ausgedrückt. Dies kann man schreiben als:

$$R_j = \sum_{i=1}^{m} R_{ij} \quad \text{für alle Ziele } j = 1, 2, \ldots, n$$

Wobei:

R_j = Gesamtheit der Rangwerte für das Ziel j

R_{ij} = Rangwert für Ziel j, gegeben von Bewerter i

n = Zahl der Ziele, die bewertet werden

m = Zahl der Bewerter im Team.

Das Gewicht jedes Zieles j erhält man dann durch

$$u_j = \frac{R_j}{\sum_{j=1}^{n} R_j} \quad \text{für alle Ziele } j = 1, 2, \ldots, n$$

(c) Die Methode der sukzessiven Vergleiche (successive comparison)

Diese Methode wurde ursprünglich von CHURCHMAN/ACKOFF vorgeschlagen. Sie ist wesentlich komplizierter als die bisherigen; wir beschreiben sie daher hier nicht in Einzelheiten. Sie besteht aus einer Kombination der "Klassifikations-Methode" und der "Rangfolge-Methode" und ist so

angelegt, daß inkonsistente Nutzengebungen vermieden werden.

Alle diese Verfahren können evtl. noch dadurch verfeinert werden, daß man sie nach dem Delphi-Verfahren anordnet, so daß die Bewertungen durch die einzelnen Teammitglieder eine gewisse Konvergenz erhalten.

(d) Auswahl einer geeigneten Methode für kleine Straßenprojekte

Vergleich man die einzelnen Methoden im Test, so erhält man folgende Ergebnisse (nach ECKENRODE)[1].

- Die verschiedenen Methoden führten weitgehend zu den gleichen Gewichtungen bzw. Prioritätsreihenfolgen, denn alle drei Methoden sind relativ zuverlässig.
- Die Methode der sukzessiven Vergleiche ist den Mitgliedern des Bewertungsteams so schwer beizubringen, daß man sie für unser Team nicht empfehlen kann, dem Mitglieder aller sozialen Klassen angehören. Außerdem braucht sie viel Zeit.
- Die Rangfolge-Methode (ranking) ist viel effizienter, was den Zeitaufwand betrifft, als jede andere Methode. Es scheint damit, daß die Rangfolge-Methode für die Anwendung von kleinen Straßenprojekten am geeignetsten ist.

III.C.4.b. Die Übersetzung der Einheiten jedes Kriteriums in Effektivitätswerte

Man steht nun vor der Aufgabe, Werte für die Maßeinheiten der einzelnen Ziele oder Kriterien zu schätzen oder zu errechnen und diese Werte in Effektivitätswerte zu übersetzen.

---

1) ECKENRODE, Robert T.: "Weighting Criteria ...".

Die Maßeinheiten für die einzelnen Ziele oder Kriterien einer Beispiel-Matrix, die wir weiter unten vorschlagen werden, wären z. B. die folgenden (Tabelle III.C.(1)): (Alle Werte werden als Durchschnitt eines Jahres oder vereinfacht als Durchschnitt von z. B. zehn Jahren angegeben).

Ziel oder Kriterium	Maßeinheit für die Alternativen 1, 2, 3, 0
1. Betriebskosten in allen nicht-landwirtschaftlichen Sektoren	Betriebskosten pro Kfz-Typ in DM pro Strecke mal Transportvolumen
2. Instandhaltungskosten der Straße	Kosten in DM
3. Wertschöpfung durch landwirtschaftliche Produktion	DM
4. Beschäftigung	Arbeitslosenrate
5. Zugang zu Schulen und Berufsausbildung	Zahl der Abschlußprüfungen der Ausbildungsgrade 1,2,...,n
6. Zugang zum Kreditsystem	Zahl der vermittelten Kleinkredite, z. B. bis DM 20.000,-
7. Zugang zur medizinischen Versorgung	Zahl der Behandlungen in medizinischen Versorgungsstellen

Tabelle III.C.(1): Masseinheiten für die Kriterien

Andere Ziele, die sich nicht quantifizieren lassen, erhalten lediglich eine verbale Bewertung wie

- hoch, mittelmäßig, gering,
- gut, mäßig, schlecht etc..

Auch diesen Bewertungen werden Wirksamkeitswerte zwischen 0 und 1 für alle Alternativen zugeordnet. Die Alternative 0 beschreibt manchmal den Zustand ohne die Straßenin-

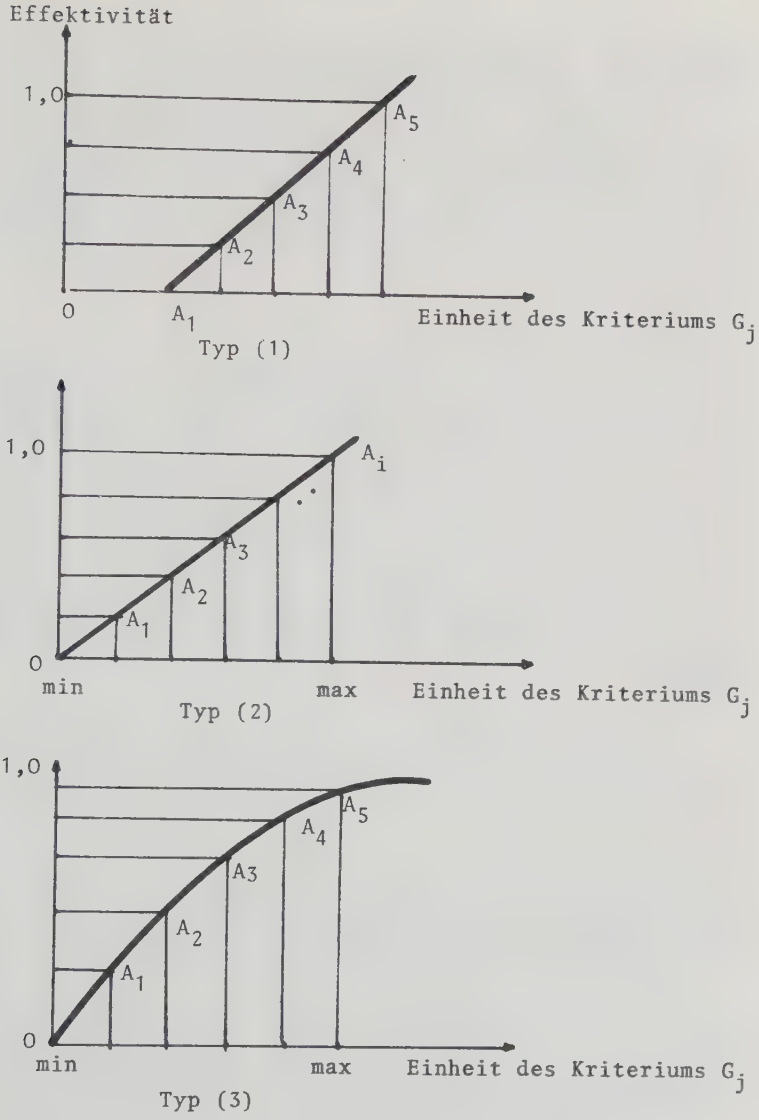
vestition. Man kann die Werte der Maßeinheiten jedes Kriteriums grundsätzlich nach den gleichen Verfahren übersetzen lassen, mit denen man die Gewichte bestimmt hat. Man müßte dann wiederum einen Frageprozeß mit einem interdisziplinären Team durchführen.

Man bildet zuerst eine Matrix, welche die Kriterien und die Alternativen einander zuordnet, ohne daß man versucht, sie zu ordnen. Man schätzt nur den Wert jeder Alternative bei jedem Kriterium in seiner Maßeinheit. Als eines der rationalsten und objektivsten Verfahren zur Übersetzung dieser Rohwerte in Effektivitätswerte gilt das Verfahren der sukzessiven Vergleiche (Verfahren (c)), angeordnet nach der Delphi-Befragungsmethode. Wir glauben jedoch, daß dieses Verfahren bei kleinen Straßenprojekten viel zu umständlich und kostspielig sein wird. Wir müssen uns daher nach einfacheren Verfahren umsehen.

JESSIMAN[1)] schlägt folgende Verfahren vor, welche eine bestimmte Nutzenkurve von vornherein festlegen, ohne daß im Einzelfall die Präferenzen durch ein Team erfragt werden müssen (Figur III.C.(3)). Es reicht aus, wenn man eine einmalige repräsentative Befragung für jeden Typ von Straßeninvestitionen macht und danach die Nutzen- bzw. Effektivitätskurve auswählt.

---

1) JESSIMAN, W. (et alii): "Decision Making Technique ...".



Figur II.C.(3): Verschiedene Nutzenkurven zur Übersetzung der Rohwerte jedes Kriteriums in Effektivitätswerte

Typ (1) der Nutzenkurve in Figur III.C.(3) wird wie folgt festgelegt: Die Alternative mit dem geringsten Rohwert des Kriterium G_j (für den Fall eines Nutzens) oder dem höchsten Rohwert (für den Fall von Kosten) erhält den Effektivitätswert Null; die Alternative mit dem höchsten (bzw. niedrigsten) Nutzen- (oder Kosten-) Wert erhält die Effektivität von 1. Die anderen Alternativen werden linear interpoliert.

Der Nachteil dieses einfachen Verfahrens ist der folgende: Man gibt der schlechtesten Alternative den Wert Null, obgleich sie das Ziel G_j vielleicht schon recht gut erreicht, und man gibt ebenso den Wert 1 der relativ besten Alternative, obgleich sie manchmal den höchsten Wert, der möglich ist oder erwartet werden kann, keineswegs erreicht. Die Einbeziehung einer anderen Alternative könnte nämlich den Mindest- oder Höchstwert erheblich verändern; damit würde sich die gesamte Effektivität evtl. erheblich verändern.

Typ (2) der Nutzenkurve ist wiederum linear, aber der Effektivitätswert 1 wird einer idealen Alternative A_i zugeordnet, falls sie eine vorher bestimmte, absolute Höhe von Maßeinheiten des Kriteriums G_j erreicht. Das gleiche trifft für den Effektivitätswert 0 zu. Auch er wird absolut, d. h. unabhängig von den betrachteten Alternativen festgelegt. Der Vorteil dieser Effektivitätskurve besteht darin, daß sie nicht von den Extremwerten der Alternativen abhängt, die in die Vorauswahl gekommen sind. Dadurch können verschiedene Projektgruppen leichter verglichen werden, denn das KW-Verfahren ist dann in diesem Punkte standardisiert.

Kurventyp (3) in Figur III.C.(3) berücksichtigt das häufig zutreffende Gesetz des abnehmenden Grenznutzens und ist daher meist realistischer als (1) und (2); man müßte jedoch durch ausführliche Befragungen genauer festlegen, welche Krümmung die Effektivitätskurve haben soll. Dadurch wäre man wieder auf die kostspieligen Verfahren (a) bis (c) angewiesen.

Die Vor- und Nachteile der drei Kurventypen sind schwer abzuwägen. Wir sehen jedoch für unser Ziel, die KW-Methode bei kleineren Straßenprojekten oder -projektgruppen anzuwenden, einen entscheidenden Unterschied: wenn man lineare Kurven benutzt, so hat das den allgemeinen Vorteil, daß man nicht für jedes Kriterium eine eigene Nutzenkurve definieren muß; dadurch können die Kosten relativ niedrig bleiben. Wir schlagen daher grundsätzlich das Verfahren der Kurven (1) oder (2) für die Benutzung bei kleineren Projekten vor. Wenn die Annahmen des linearen Nutzenzuwachses zu unrealistisch erscheinen, so kann man dies immer noch durch Stichproben überprüfen und berichtigen. Gerade in Entwicklungsgebieten auf dem Lande wird man nicht so schnell in den Bereich kommen, wo sich die Nutzenkurve dem Sättigungsgrad nähert.

III.C.5. Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse als vereinfachte Version des produktionstheoretischen Ansatzes zur Übersetzung von nicht-ökonomischen Effekten

In welcher Hinsicht ist unsere Kosten-Wirksamkeits-Analyse eine vereinfachte Version des produktionstheoretischen Ansatzes zur Messung von nicht-ökonomischen Wirkungen? Weshalb ist es eine kostengünstige Form des LP-Modells?

Wir nehmen an, daß wir die Gewichte im KW-Modell in der folgenden Weise verteilen: (Tabelle III.C.(2)).

Gewichte Σ = 100%		Ökonomische Kriterien:	Alternativen 1 2 ... 10
60 %	25 %	a. Betriebskosten in allen nicht landwirtschaftl. Sektoren	
	10 %	b. Instandhaltung der Straße	
	25 %	c. Wertschöpfung durch landwirtschaftliche Produktion	
		Nicht-ökonomische Kriterien:	
40 %	15 %	d. Beschäftigung	
	15 %	e. Zugang zu Schulen und Berufsausbilsungszentren	
	5 %	f. Zugang zum Kreditsystem	
	5 %	g. Zugang zu medizin. Versorgung	

Tabelle III.C. (2): Beispiel für eine Verteilung der Gewichte

Wovon hängt es ab, welche Gewichte die Experten z. B. den verschiedenen nicht-ökonomischen Kriterien geben? Was reflektieren diese Gewichte? Betrachten wir die Beschäftigung, die ein Gewicht von 15 % erhalten hat. Wenn wir ein produktionstheoretisches Modell hätten, so würden wir durch Sensitivitätsanalysen herauszufinden versuchen, welche Einsatzmengen die anderen Faktoren haben müßten, damit Vollbeschäftigung beim Faktor "menschliche Arbeitsstunden" herrscht. Wir könnten außerdem feststellen,

welches die Elastizität der Wertschöpfung in Bezug auf die Änderung der menschlichen Arbeitskraft ist.

Bei der KW-Analyse verfahren wir ähnlich: wir schätzen, welches der Beitrag der menschlichen Beschäftigung zum Oberziel "Sozio-ökonomisches Wohlfahrtsniveau" ist, das wir uns in einem System von Sozial-Indikatoren definiert denken. Diesen Beitrag oder die Elastizität des Wohlfahrtsniveaus in Bezug auf die Variation der Beschäftigung drücken wir durch das Gewicht aus.

Nehmen wir an, daß einige der acht Kriterien zwei verschiedenen Unterzielen dienen, aus denen unser System von wirtschaftlichen und sozialen Indikatoren ausschließlich besteht:

(1) der Wertschöpfung als Ausdruck des ökonomischen Nutzens (mit 60 % Gewicht);

(2) einem gewissen System von sozialen Indikatoren als Ausdruck des nicht-ökonomischen Nutzens (mit 40 % Gewicht).

Die Beschäftigung kann z. B. als Determinante für beide Ziele aufgefaßt werden. Im produktionstheoretischen Modell kann man dann ausrechnen, welcher Bruchteil der 15 % als Beitrag zur Wertschöpfung dient, z. B. 10 %. Der Rest von 5 % wird dann als Beitrag zum Unterziel (2) der "gerechten" sozialen Wohlfahrtsverteilung betrachtet, kann jedoch nicht berechnet werden. Er reflektiert aber die Elastizität des Niveaus der sozialen Wohlfahrt in Bezug auf die Beschäftigung.

Im Falle eines KW-Modells kann man diese Aufteilung nicht machen. Dies zeigt ebenfalls, in welcher Weise es eine vereinfachte Version des "sozialen" Modells darstellt. Diese Vereinfachung hat natürlich den entscheidenden Vorteil:

(1) Bei der Messung der ökonomischen Kriterien liegen komplexe Modelle vor; man kann sie aber aus Mangel an Daten nicht anwenden und begnügt sich daher durch Schätzungen:

(a) In Form von geschätzten Daten der mittleren Ebene,

(b) in Form von Gewichten, die den Beitrag der Kriterien zum ökonomischen Ziel "Maximierung der Wertschöpfung" reflektieren;

(2) Bei der Messung des Beitrags der nicht-ökonomischen Daten zum Ziel der Wertschöpfung liegen keine Modelle vor, mit denen man dies ausreichend messen könnte.
Hier ist die Schätzung:

(a) Der Daten mittleren Niveaus,

(b) der Gewichte,

nicht mehr eine kostensparende Alternative, sondern die einzige Möglichkeit, diese Nutzen einzubeziehen.

III.C.6. Wie kann das Verfahren der Kosten-Wirksamkeits-Analyse verwendet werden, wenn ein rein ökonomisches Kriterium für das Projekt gefordert wird?

Die KWA in ihrem Grundmodell drückt die abschließende Bewertung eines Projektes immer in einem Wirksamkeitsmaß aus. Dieses ist ein subjektives Maß, daß lediglich den Vergleich mit Projekten erlaubt, die nach dem gleichen Modell der KWA bewertet worden sind. Es erlaubt jedoch keinen Vergleich zwischen verschiedenen Branchen von öffentlichen Projekten, z. B. zwischen einem Straßen- und einem Staudammprojekt, weil für diese wahrscheilich unterschiedliche KWA-Modelle verwendet werden müssen.

Außerdem erlaubt die Methode keine Errechnung einer Mindest-Rentabilität, wie dies z.B. bei Verwendung der internen Zinsfuß-Methode der Fall ist. Internationale Entwicklungsbanken bestehen aber auf einem Beweis für eine Mindestverzinsung, während nationale Planungsbehörden z. B. dann darauf verzichten können, wenn sie nicht privatwirtschaftlich organisiert sind. Wie kann man die Vorteile der KWA in diesem Falle ausnutzen?

Man muß das Modell der KWA so aufbauen, daß es einen selbständigen, rein wirtschaftlichen Teil hat. In ihm wird bewiesen, ob aufgrund gewisser wirtschaftlicher Daten die Mindestverzinsung erreicht ist. Sollte die nationale Behörde, die keine interne Zinsrate verlangt, das Projekt nicht fördern können (z. B. aus Mangel an Mitteln), so kann man es sofort auch bei einer Entwicklungsbank einreichen, indem man die rein ökonomische Nutzen-Kosten-Relation vorweist. Dadurch bleiben zwar evtl. wesentliche nicht-ökonomische Nutzen unberücksichtigt, d. h. der Gesamtnutzen des Projekts wird unterschätzt. Es kann aber häufig der Fall sein, daß dies schon ausreicht, um den Kredit zu erhalten.

Falls es sich um einen Kredit für ein ganzes LZS-Programm handelt, werden die Vorteile des KWA-Ansatzes noch deutlicher. Die planende Behörde hat dann sofort einen Maßstab, mit dem sie die zeitliche Priorität im Ausbau der einzelnen LZS bestimmen kann. Das Grundmodell 2 der KWA würde dann zum Einsatz kommen. Es würde aussehen wie in Tabelle III.C.(2), wobei der ökonomische Teil klar vom nicht-ökonomischen getrennt wäre und zwei voneinander relativ unabhängige Rechnungen zu machen wären.

III.C.7. Welches Modell der Kosten-Wirksamkeits-Analyse ist geeignet für Investitionspakete im Zusammenhang mit Zubringerstraßen in agrarischen Regionen (Fälle II und III)?

Bei der Betrachtung des LP-Modells zur Messung des Produktionszuwachses hatten wir eine Anzahl von Ergänzungsinvestitionen genannt, die häufig nötig sind, um einem Straßenprojekt zu einer Mindest-Rentabilität zu verhelfen. Wir hatten festgestellt, daß ihre Wirkungen

(a) relativ vollständig,
(b) nur angenähert und unvollständig oder
(c) praktisch nicht gemessen werden konnten.

Wenn solche Ergänzungsinvestitionen geplant sind, schlagen wir folgendes Verfahren vor:

- Die rein ökonomischen Wirkungen, d. h. die, die leicht in monetären Werten ausgedrückt werden können, kommen ins ökonomische Teilmodell des KWA-Modells.

- Die Wirkungen (a), die nur "relativ vollständig" in ökonomische Werte übersetzt werden könnten, werden nicht übersetzt, sondern erhalten eine unabhängige Bewertung in einer KW-Matrix (a) (z. B. - Zahl der Ausbildungsstunden in einem landwirtschaftlichen Schulungsprogramm, - Höhe der zusätzlich in Anspruch genommenen Kredite etc.).

- Die Wirkungen (b) von Komplementärinvestitionen, die nur grob angenähert in Wertschöpfung übersetzt werden können, werden in einer zusätzlichen, getrennten KW-Matrix (b) erfaßt.
  Wirkungen der Gruppe (c) kommen in eine Matrix (c) oder entfallen). Evtl. kann man folgende Spezifikation machen:
  Die Matrix (a) enthält in der Mehrzahl physisch quantifizierte Werte, die Matrix (b) dagegen vorwiegend verbale

Beschreibungen wie "gut, mäßig, schlecht". Das hängt davon ab, wieviel Aufwand man für die Evaluierung betreiben kann. Diese Anordnung hat folgenden Vorteil: Man kann den drei Teilmodellen unterschiedliche Gesamtgewichte geben, z. B. in folgender Art:

		Gewichtung
	Rein ökonom. Kriterien Interner Zinsfuß	0,5
	Matrix (a) leicht quantifizierbare Kriterien	0,25
	Matrix (b) schwer quantifizierbare Kriterien (größtenteils verbal)	0,10
evtl.	Matrix (c) nur verbal beschreibbare Kriterien	0,05
	Σ =	1,0

Auf diese Weise kann man die Kriterien je nach der Unsicherheit, ob sie sich tatsächlich in Nutzen übersetzen lasen oder nicht, abgestuft berücksichtigen. Ob eine Landreform-Maßnahme, die die kultivierbaren Bodenflächen erhöht, tatsächlich zu Mehrproduktion führen wird, kann sehr unsicher sein, wenn man nichts über die Begleitumstände weiß. Man gibt dem geschätzten Wert den Indikators daher nur das Gewicht 0,15, das für alle Kriterien der Matrix (b) gilt. Daß ein landwirtschaftliches Ausbildungsprogramm mit größerer Wahrscheinlichkeit zu einem bestimmten Produktionszuwachs führt, wird dadurch berücksichtigt, daß der Indikator für seine Wirkung mit 0,25

in Matrix (a) gewichtet wird.

Man kann in dieser Weise natürlich auch jedes Kriterium einzeln durch sein individuelles Gewicht berücksichtigen. Die Gruppierung in visuell getrennte Matrizen hat jedoch den zusätzlichen Vorteil, daß man ohne weiteres weiß, in welcher Reihenfolge man die Kriterien fallen lassen kann, falls Zeit- und finanzielle Kosten der Evaluierung an ihre Obergrenze stoßen.

Das hier geschilderte Verfahren, die Unsicherheiten beim Eintreffen von Ereignissen (Wirkungen) durch verschiedene Gewichtungen zu berücksichtigen, ist lediglich eine besonders einfache Alternative für die Berücksichtigung von Unsicherheiten, wie sie im Abschnitt III.D.3 bei den Methoden der Risikoanalyse genauer erörtert werden. Das Eintreffen einer Wirkung ist einerseits ein unsicheres Ereignis, weil (noch) keine exakten Verfahren bestehen, um die Wirkung einer Maßnahme zu prognostizieren. Selbst mit sehr vielen Daten könnte man keine genauere Prognose machen, z. B. über die Produktivitätswirkung einer Gesundheitsinvestition. Andererseits ist die Schätzung des Werts einer Wirkung ein unsicheres Ereignis, weil die Zahl der Daten zu gering ist.

Das gleiche Verfahren, Unsicherheiten in den Schätzungen durch unterschiedliche Gewichtungen zu berücksichtigen, könnte auch innerhalb eines Teilmodells verwandt werden, z. B. innerhalb des ökonomischen Sektors.

	Landwirtschaftliches Produkt	Datenqualität	Produktionszuwachs geschätzt	Gewichtung nach Datenqualität
Gesamtgewichtung des ökonomischen Nutzens: 0,5	Reis	gut	200	0,5
	Zucker	mäßig	200	0,3
	Kaffee	schlecht	200	0,2

Die Datenqualität für die Schätzung des Produktionszuwachses Zucker soll mäßig, für Kaffee schlecht sein. Daher waren die Abweichungen zwischen drei Schätzungen "optimistisch, pessimistisch, höchstwahrscheinlich" im Fall Reis sehr klein, im Fall Kaffee sehr groß.

Was kann man tun, wenn man diese drei Werte für jede Variable nicht hat und daher keine Gesamtrechnung mit je einem Wert für optimistische, pessimistische und höchstwahrscheinliche Produktionszuwächse machen kann?

Man kann entweder das Ergebnis "Produktionszuwachs Kaffee" ganz wegfallen lassen, weil es zu unsicher erscheint und man auf jeden Fall Überschätzungen vermeiden, also vorsichtig schätzen will. Oder man kann es geringer bewerten, so daß der eventuelle Fehler das Gesamtergebnis "Produktionszuwachs im Agrarsektor" weniger berührt.

Natürlich muß zugestanden werden, daß das ein sehr einfaches Hilfsverfahren zur Berücksichtigung von Unsicherheiten ist. Wenn die Zeit und Kosten es erlauben, sollte man immer bei unsicheren Daten eine optimistische, eine pessimistische und eine höchstwahrscheinliche Schätzung machen lassen und die resultierenden Nutzen- und Kostenströme in einem Computerprogramm mit Option zu solcher Sensitivitätsanalyse die verschiedenen internen Zinsfüsse durchrechnen lassen.

III.C.B. Beispiel für ein einfaches Modell der Kosten-Wirksamkeits-Analyse für LZS in Regionen mit extrem wenig Daten (STANLEY-Modell)

Eines der wenigen KW-Modelle, die schon in Entwicklungsländern getestet wurden, ist das von STANLEY[1]. Es wurde entwickelt für die Evaluierung von Straßen des Falles II und III in ländlichen Gebieten von Liberia. Die Länge der 9 evaluierten Straßen schwankt zwischen 20 km und 107 km, die durchschnittliche Länge beträgt 37 km. Da weitgehend Daten fehlen und da die Unsicherheit der vorhandenen Daten zu groß ist, hat man ein Modell konstruiert, das weitgehend ohne quantitative Rohwerte auskommt. Das ist der eigentlich interessante Teil des Bewertungsschemas und der Grund, weshalb wir es ausführlicher darstellen.

Das Bewertungsschema

Es werden neun Kriterien (Ziele) der verschiedensten Art vorgeschlagen, teils ökonomische, teils nicht-ökonomische, teils Indikatoren für eine Mischung von beiden Arten von Effekten (Tabelle III.C.(3), Spalte 1). Die Nutzen kommen einerseits der lokalen Wirtschaft zugute, andererseits der Volkswirtschaft. Es wurde versucht, ein breites Spektrum verschiedener Wirkungen zu erfassen, auch wenn dabei die Systematik verloren ging. Man hat nicht versucht, für die neun Kriterien quantitative Schätzungen zu erreichen, sondern bei acht der neun Kriterien ein einfacheres System von je drei verbalen Unterkriterien (Unterziele) geschaffen. (Spalte 3). Lediglich Kriterium 1 wird quantitativ geschätzt. Die drei Unterkriterien sind zwar sehr subjektiv, aber relativ leicht zu schätzen. Man braucht nicht zu errechnen, ob die

---

1) STANLEY, W. R.: "Evaluating construction priorities ...".

1. Kriterium zur Festlegung der Prioritaeten	2: Gewicht in Prozent	3. Unterkriterien	4. Benotungsprozentsatz
1. Bevoelkerung, die von der Strasse bedient wird	15	Fuer die Strasse mit der hoechsten geschaetzten Bevoelkerung	100
2. Zukuenftige Reisproduktion	10	. Ueberschuss . Knappheit . Subsistenz	100 75 0
3. Zukuenftige landwirtschaftliche Produktion von Exportguetern	10	. Hoch . Durchschnittlich . Keine	100 50 0
4. Verderbliche Lebensmittel-Produktion	5	. Ueberschuss . Knappheit . Subsistenz	100 75 0
5. Erreichbarkeit anderer Transportmittel	15	. Keine . Bahn oder Wasserweg . Bahn oder Wasserweg (Parallel)	100 50 0
6. Konstruktionskosten pro Meile	15	. Gering . Durchschnittlich . Hoch (z.B. grosse Bruecke noetig)	100 50 0
7. Potential fuer Klein- bis Mittelbetriebe der Holzindustrie	5	. Fuer den Konsum u. Export des Landes . Fuer den Konsum des Landes ausschliesslich . Fuer lokalen Konsum	100 75 0
8. Wert als Verbindungsstrecke	15	. Schafft Verbindung zu 2 wichtigen Elementen des nationalen Strassennetzes . Schafft Verbindung zu 2 weniger wichtigen Elementen ... . Schafft Verbindung zu 1 Element ...	100 75 0
9. Administrativer Faktor: Kreisstadt oder anderes administratives Zentrum befindet sich am Beginn, Ende oder auf der Strecke	10	. 2 oder mehr . 1 . 0	100 50 0

Tabelle III.C.(3): Bewertungsschema für ein einfaches Modell der Kostenwirksamkeits-Anal

Quelle : STANLEY , W. R.: "Evaluating construction priorities ...".

zukünftige landwirtschaftliche Exportproduktion X Millionen DM betragen wird, sondern man hat lediglich zu schätzen, ob sie "hoch", "durchschnittlich" oder "Null" sein wird.

Eine weitere wesentliche Vereinfachung gegenüber den Grundmodellen der KWA, die wir geschildert haben, enthält das STANLEY-Modell: die jeweils drei Untervariablen erhalten nur einen von vier standardisierten Effektivitätswerten, nämlich 100 %, 75 %, 50 % oder 0 % (Spalte 4). Dies vereinfacht den Prozeß der Übersetzung von Rohwerten in Effektivitätswerte erheblich, und man kann dazu ein Expertenteam befragen. Bei den Kriterien 2, 4, 7 und 8 hat man den Effektivitätswert 50 % durch 75 % ersetzt, um die große arithmetische Differenz zwischen 100 und 50 zu verengen. Die relativen Effektivitätswerte für jede von neun Straßenalternativen erhält man, indem man einen der vier Effektivitätswerte, die der Alternative zugeordnet werden, mit dem Gewicht des jeweiligen Kriteriums multipliziert. Mit Ausnahme dieser Vereinfachungen folgt das Modell dem Grundschema der KW-Modelle.

Die Autoren sind der Meinung, daß sie damit ein praktisch verwendbares Modell geschaffen haben, dessen Kriterien weitgehend auch auf andere Entwicklungsregionen übertragen werden können und das die Datenknappheit, welche fast immer bei solchen Evaluierungen vorherrscht, ausreichend berücksichtigt. Wir wollen im folgenden die Vor- und Nachteile dieses Modells abwägen.

III.C.9. Beurteilung des STANLEY-Modells

(1) Das STANLEY-Modell ist ein im höchsten Grade subjektives Modell. Keine der Bewertungen der neun Kriterien wird in quantifizierter Form gegeben; alle Bemerkungen sind verbal in der Art von "gut, mäßig, schlecht" oder "ja und nein". Es werden keinerlei Bewertungen angegeben, die das Modell in gewissem Maße teil-quantitativ machen würden. Bei der Schätzung der zukünftigen Reisproduktion werden die drei Bewertungen (ratings) "hoch, durchschnittlich, keine" gefragt. Es wird dabei nicht nur nicht angegeben, wie die Reisproduktion wachsen wird, z. B. ob sie 5 %, 6 % oder 7 % zunehmen wird. Es wird auch nicht festgelegt, ab wieviel Prozent Wachstum die zusätzliche Produktion von landwirtschaftlichen Gütern im allgemeinen als "hoch" einzustufen wäre, z. B. ab 4 % aufwärts. Dies wäre ein Weg, wie man das Modell auf die nächst höhere Stufe von Objektivität bringen könnte.

(2) Der Produktionszuwachs an landwirtschaftlichen Gütern hat insgesamt nur ein Gewicht von 25 %. Das widerspricht in gewisser Weise den Modellen, die im Produktionszuwachs den Gesamtnutzen messen. Es zeigt andererseits die Bedeutung von anderen, nicht-ökonomischen Faktoren. Es wird nicht versucht, sie in ökonomisches Wachstum umzusetzen. Ein administrativer Faktor (Kriterium Nr. 9) und der "Verbindungswert" (Kriterium Nr. 8) drücken diese nicht-ökonomischen Nutzen am deutlichsten aus, wenn auch nur indirekt.

(3) Die Baukosten für die Straße sind ein Kostenkriterium unter lauter Kriterien für die Nutzenmessung. Sonstige Kosten oder nachteilige Effekte der Straße werden nicht erfaßt. Das ist ein etwas außergewöhnliches Verfahren. Im Verfahren der CEA werden im allgemeinen die Kosten

und die Nutzen getrennt erfaßt und in ihrer Gesamtheit miteinander verglichen. Die Gesamtheit der Nutzen hat hier ein Gewicht von 85 %, die Kosten haben lediglich ein Gewicht von 15 %.

(4) Das zeigt überdeutlich, daß dieser Ansatz lediglich dazu dienen soll, innerhalb einer Gruppe von ähnlichen Straßenprojekten die Prioritäten festzustellen. Das Modell will in diesem Sinne nur ein "subjektives" Modell sein, es will keine absolute Priorität aufstellen.

Erstens kann nicht unterschieden werden, ob die Investition absolut rentabel im Sinne der Investitionsrechnung ist, wie das bei der Errechnung eines Nutzen-Kosten-Verhältnisses von größer als 1 oder bei einem Gegenwartswert oder internen Zinsfuss von grösser als 0 der Fall ist. Zweitens kann kein Vergleich zwischen verschiedenen Ländern oder verschiedenen Typen von Entwicklungsprojekten gemacht werden, wie es bei Errechnung einer internen Zinsrate der Fall ist.

Das liegt daran, daß es keinen Teil für die rein ökonomischen Variablen des Modells gibt, den man abtrennen und gesondert mit dem ökonomischen Nutzen-Kosten-Wert anderer Projekte vergleichen könnte.

(5) Die Vorteile des Modells sind die folgenden:

(a) es kommt mit extrem wenig Daten aus und räumt der Sachkenntnis von Experten besonders großen Einfluß ein;

(b) dadurch, daß es sich sehr wenig an das übliche Grundschema für die Nutzen-Kosten-Analyse hält, kann es erstens den nicht-ökonomischen Variablen ein besonders großes Gewicht geben und zweitens unter ihnen sehr verschiedenartige Variablen aussuchen, die in den mehr orthodoxen CE-Modellen selten

vorkommen, z. B. das Kriterium Nr. 8 "Verbindungswert" der Straße und der bemerkenswerte "Adminstrative Faktor" (Nr. 9).

Wie könnte das Modell für Straßen des Typs II und III verwendet werden?

Wir meinen, daß es für beide Fälle von Straßen vorzüglich zur Vorevaluierung geeignet ist. Aus einer größeren Zahl, z. B. neun Straßenprojekten sucht man die drei besten aus und evaluiert diese dann genauer mit einer Methode, die zu einem wirtschaftlichen Rentabilitätsmaß führt, also mit einer der Methoden der Kostenersparnisse oder des Produktionszuwachses. Dadurch kann dann festgestellt werden, ob sie eine absolute Mindestrentabilität haben, z. B. eine interne Zinsrate von 8 %.

III.C.10. Vorschlag für ein Grundmodell für die Kosten-Wirksamkeits-Analyse von ländlichen Zubringerstraßen

Nach diesen Betrachtungen verschiedenster bestehender und möglicher Modelle der KW-Analyse können wir darangehen, ein eigenes Modell vorzuschlagen; es kann bei ländlichen Entwicklungsregionen der Fälle II (wo erhebliche nicht-ökonomische Wirkungen vorliegen) und der Fälle III (vor allem von LZ-Straßen und kleineren Penetrationsstraßen) angewendet werden. Wir illustrieren unseren Vorschlag an einer fiktiven Fallstudie für ländliche Zubringerstraßen. Alle Daten für diese Fallstudie sind erfunden.

a. Das Investitionsproblem

Im Inneren des brasilianischen Bundesstaates Bahia soll eine Investition von 3 Millionen DM in ein kleines Programm von landwirtschaftlichen Zubringerstraßen gemacht werden. Das Programm hat das Ziel, drei Mikroregionen mit einer Provinzstadt von 50.000 Einwohnern zu verbinden. In diesen Mikroregionen besteht schon die Kapazität für eine relativ hohe Produktion; sie kann jedoch nicht ständig zum Markt in der Stadt gebracht werden, da die bisherigen Verbindungsstrecken nach längeren Regenfällen nicht befahrbar sind. Die drei geplaten LZ-Straßen sollen Allwetterstraßen sein. Sie sollen die drei Mikroregionen mit dem bestehenden Straßennetz von Allwetterstraßen und damit mit der Provinzstadt verbinden.

Dadurch soll vor allem die Produktion dieser Regionen regelmäßig vermarktet werden können. Gleichzeitig will man die drei Mikroregionen (abgeschlossene Flußtäler) an das Erziehungssystem, das Gesundheits- und das landwirtschaftliche Kreditsystem des Landkreises anschließen und die Abwanderung in die Provinzstadt dadurch verringern, daß man die Zahl der Arbeitslosen infolge höherer landwirtschaftlicher Produktion verringert.

Die drei Mikroregionen des Landkreises haben vorwiegend landwirtschaftliche Produktion, dagegen nur sehr geringe Produktion in Kleinindustrien und Handwerk, die sie exportieren können. Die landwirtschaftliche Produktion könnte wegen des fruchtbaren Bodens erheblich ausgeweitet werden.

In der Mikroregion 1 werden vier alternative Trassen evaluiert, in den Mikroregionen 2 und 3 je drei Trassen. Die Alternativen 1.1, 2.1 und 3.1 sollen jeweils die alte Trasse darstellen, welche nur wenig verbessert wird. Das KW-Modell kann in folgenden fünf Schritten entwickelt werden:

(1) Auswahl der Kriterien für unser Modell und Gewinnung der Daten:

(a) Wir schlagen für diese Fallstudie die sieben Kriterien vor, die wir auch schon in Abschnitt III.C.5. benutzt haben. Natürlich kann man aus der großen Zahl der positiven Effekte auch manche andere heraussuchen. Die wichtigsten Varianten zu unserer Wahl wären die folgenden:

1) Zeitkosten.

Wir haben hier auf sie verzichtet, weil wir eine relativ hohe Unterbeschäftigung annehmen. Natürlich fallen Zeitkosten auch bei Unterbeschäftigung dann ins Gewicht, wenn verderbliche Güter wie Milch oder Obst in heißen Gegenden transportiert werden oder wenn Arbeitslosigkeit nur bei völlig ungelernten Arbeitskräften herrscht, nicht aber bei solchen mit gewissem Ausbildungsniveau.

2) Man kann eine Maßzahl für die I n t e g r a t i o n s - w i r k u n g von Zubringerstraßen benutzen.

Die Maßzahl für die Integrationswirkung einer Straße kann mehrere andere Kriterien zusammenfassen, z. B.:

- Zugang zu Schulen und Krankenhäusern,
- Zugang zum Kreditsystem
- aber auch Zugang zur gesetzlichen Sozialversicherung und zum Steuersystem des Landes. Es gibt mehrere einfache Maßzahlen für die Integration von der folgenden Art:

a) Einflußzone der Straße.
b) Quotient aus Einflußzone und Länge der Straße.
c) Eine etwas komplexe Maßzahl haben JOHNSON und STEINER für kleine Landstraßen in Mexico ent-

wickelt[1)]

Sie hatten zum Ziel, isolierte Bevölkerungsteile an das sozio-ökonomische System des Landes anzuschließen. Sie nennen ihren Index "Maßzahl für das Bevölkerungspotential" und lassen ihn von folgenden Größen abhängen:

$$M = \frac{P}{d^n}$$

wobei

M = Index für Bevölkerungspotential (welches den Personentransport bestimmt)

P = Bevölkerung in der direkten Einflußzone der Straße.
d = Länge der Straße.
n = Ein empirisch zu bestimmender Parameter.

Diese Funktion basiert auf dem Prinzip, daß eine gegebene Bevölkerung eine Einflußzone hat, welche als eine inverse Exponentialfunktion der Entfernung von dem gegebenen Zentrum der Bevölkerung variiert. Diese Funktion ist verwandt mit den einfachen Gravitationsmodellen. Sie reflektiert sehr viele andere Maßzahlen auf zwar einfache, aber wenig explizite Weise. Wir haben es vorgezogen, die Einzelwirkungen wie Zugang zu Schulen, Kreditsystem etc. disaggregiert zu betrachten.

Über die ökonomischen Kriterien a) bis c) aus der folgenden Tabelle III.C.(4) haben wir schon in allen Kapiteln I.A. bis III.B. gesprochen. Zahlen zu den Betriebskosten bekommt man aus Handbüchern wie DE WEILLE[2)]. Zahlen zur agrarischen Wertschöpfung erhält man wie in Abschnitt III.B. beschrie-

---

1) JOHNSON/STEINER: "Mexican Social Roads ...".
2) DE WEILLE, Jan: "Quantification fo Road User Savings ...".

schrieben. Instandhaltungskosten berechnet man mit einschlägigen Ingenieur-Handbüchern wie z. B. ODIER[1].

(b) Die hier benutzten sozialen Kriterien.

Die Prognosen für die Daten dieser Kriterien (vgl. Tabelle III.C.(5)) können so gut wie nie aus sozio-ökonomischen Modellen hergeleitet werden. Fast immer ist die Benutzung der Daten einer Vergleichsregion der einzige Weg. Wenn diese nicht ausreichend vorhanden sind, kann man versuchen, für die drei Indizes

- Zugang zu Schulen und Berufsausbildung,
- Zugang zum Kreditsystem,
- Zugang zu medizinischer Versorgung

eine Maßzahl zu entwickeln; sie könnte z. B. analog zu der des "Bevölkerungspotentials" von JOHNSON und STEINER gebildet werden. Mit einigen empirischen Daten versucht man dann den Exponenten im Nenner zu bestimmen.

ad d) Beschäftigung. (vgl. Tabelle III.C.(5)).

Die Arbeitslosigkeit oder Unterbeschäftigung sollte nach unserer Auffassung unbedingt in einer Matrix der nicht-ökonomischen Kriterien erfaßt werden, falls sie nicht schon in der wirtschaftlichen Matrix erfaßt wird wie im LP-Modell. Unterbeschäftigung ist häufig das größte Problem der unterentwickelten Regionen und der wichtigste Grund für die Landflucht, d. h. die Benutzung der Straßen zu falschen Zwecken. Das höchste Pro-Kopf-Einkommen nützt nichts, wenn das Problem der Arbeitslosigkeit nicht bekämpft wird. Zahlen zur Unterbeschäftigung erhält man im Zuge der Schätzung der Wertschöpfung (vgl. III.B.).

---

1) ODIER, Lionel: "The Economic Benefits ...".

ad e) Zugang zu Schulen und Berufsausbildung.

Diesen vielleicht wichtigsten nicht-ökonomischen Nutzen muß man auf den verschiedenen Ausbildungsniveaus genau definieren. Das gleiche gilt für:

ad f) Zugang zum Kreditsystem.

Ein wichtiger Faktor, der die Kapitalarmut in ländlichen Gebieten mit Minifundien-Struktur widerspiegelt, und für das letzte Kriterium:

ad g) Zugang zur medizinischen Versorgung.

(2) Schätzung der Rohwerte für die Kriterien

Danach müssen die Rohwerte für die Maßeinheiten der sieben Kriterien geschätzt werden. Sie können in folgender Form von Tabellen angegeben werden (Tabellen III.C.(4) und (5)).

Gruppe	Alternative	Laenge (km)	Betriebskosten (ohne landwirtschaftlichen Verkehr (DM)	Instandhaltungskosten (DM)	Wertschoepfung im Sektor Landwirtschaft (DM)
1	1.1	31	2.000.000,-	320.000,-	8.000.000,-
1	1.2	24	1.200.000,-	240.000,-	10.000.000,-
1	1.3	25	1.100.000,-	180.000,-	10.000.000,-
1	1.4	26	1.200.000,-	210.000,-	8.000.000,-
2	2.1	44	3.000.000,-	480.000,-	6.500.000,-
2	2.2	35	1.700.000,-	220.000,-	8.000.000,-
2	2.3	30	1.400.000,-	180.000,-	7.000.000,-
3	3.1	65	4.000.000,-	500.000,-	6.500.000,-
3	3.2	58	2.800.000,-	220.000,-	12.000.000,-
3	3.3	46	2.900.000,-	250.000,-	9.000.000,-
Wirksamkeits-	M a x i m u m		1.200.000,-	200.000,-	12.000.000,-
	M i n i m u m		3.000.000,-	400.000,-	5.000.000,-

Tabelle III.C.(4): Rohwerte für die Masseinheiten der verschiedenen ökonomischen Kriterien.

(Quelle: Fiktive Durchschnittswerte)

		d.	e.	f.	g.
Gruppe	Alternative	Beschaeftigung Zahl der Arbeitslosen bzw. Unterbeschaeftigten	Zugang zu Schulen und Berufsausbildung	Zugang zum Kreditsystem (Zahl vergebener Kleinkredite)	Zugang zu medizin. Versorgung (Zahl Behandlungen)
1	1.1	7.000	2.000	5.000	3.500
1	1.2	6.000	2.300	10.000	7.000
1	1.3	5.000	2.200	13.000	5.000
1	1.4	3.000	2.100	15.000	4.500
2	2.1	5.000	1.300	7.000	2.000
2	2.2	3.500	2.200	12.000	3.500
2	2.3	2.500	2.500	14.000	5.000
3	3.1	6.500	1.300	6.000	2.500
3	3.2	2.000	1.800	11.000	6.000
3	3.3	1.500	1.700	15.000	8.000
Wirksamkeits-	Maximum	2.000	2.400	14.000	7.000
	Minimum	6.000	1.500	8.000	3.000

Tabelle III.C.(5): Rohwerte für die Masseinheiten der verschiedenen nicht-ökonomischen Kriterien (Fortsetzung zur Tabelle der ökonomischen Kriterien).

Diese Zahlen stellen fiktive Werte dar. Sie dienen lediglich zur Illustration. Sie werden hier als Durchschnittswerte über die gesamte Lebensdauer der Straße angegeben, welche z. B. mit zwanzig Jahren angenommen wird.

(3) Gewichtung der Kriterien bzw. Ziele

Die Gewichtung der Ziele wird durch ein gemischtes Team von etwa zwanzig Teilnehmern gemacht, das z. B. zu 50 % aus den erfahrensten Einwohnern der drei Mikroregionen und aus Repräsentanten der Provinzstadt besteht, und zu 50 % aus einer interdisziplinären Gruppe von Verkehrsingenieuren, Ökonomen und sonstigen Regionalplanern. Die Ziele werden der Einfachheit halber nach der Rangfolge-Methode bewertet. Die abgerundeten Gewichte seien die der Tabelle III.C.(6).

(4) Übersetzung in Effektivitätswerte

Die Rohwerte der einzelnen Kriterien werden dann der Einfachheit halber nach der Effektivitätskurve Typ (2) in Abschnitt III.C.5. in Effektivitätswerte übersetzt. Dadurch entsteht die Tabelle (6). Sie basiert auf den Tabellen (4) und (5). Dort wurden höchste und niedrigste Werte für die Effektivität 1 und 0 jedes Kriteriums definiert. Diese könnten später einmal festgelegt werden, wenn man ein Standardmodell für jeden Typ von ländlichen Straßen entwickelt und so häufig angewandt hat, daß sich sagen läßt, welche Höchst- und Mindestwerte der Variablen jedes Kriteriums man mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit erwarten kann. Solange man dies noch nicht weiß, kann man ebensogut die noch einfachere Methode (1) wählen, bei der der Höchst- und Mindestwert aus den Alternativen des jeweiligen Falles bestimmt werden (vgl. III.C.5.). Alternative (1) wurde in den bisherigen KW-Analysen fast ausschließlich benutzt. Alternative (2) ist für

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
Alternative	a. Betriebskosten (ohne landwirtschaftlichen Verkehr	b. Instandhaltungskosten	c. Landwirtschaftliche Produktion	d. Beschaeftigung	e. Zugang zu Schulen und Berufsausbildung	f. Zugang zum Kreditsystem	g. Zugang zur medizinischen Versorgung
1.1	0,55	0,4	0,43	0	0,56	0	0,13
1.2	1	0,8	0,71	0	0,89	0,33	1
1.3	1	1	0,71	0,25	0,78	0,82	0,5
1.4	1	0,95	0,43	0,75	0,67	1	0,38
2.1	0	0	0,21	0,25	0	0	0
2.2	0,72	0,9	0,43	0,62	0,78	0,67	0,13
2.3	0,88	1	0,29	0,87	1	1	0,5
3.1	0	0	0,21	0	0	0	0
3.2	0,11	0,9	1	1	0,33	0,5	0,75
3.3	0,05	0,75	0,57	1	0,22	1	1

Tabelle III.C.(6): Effektivitätswerte für die 7 Kriterien der 9 Alternativen.

(Quelle: Tabellen (4) und (5); abgerundete Werte)

zukünftige Evaluierungen gedacht.

(5) Berechnung der optimalen Alternative

Die Gesamt-Effektivitäten werden dann errechnet und das Investitionsproblem mit geeigneten Verfahren optimiert. Ein Computer-Programm der gemischten Programmierung für die IBM/360 würde unser Investitionsproblem z. B. leicht lösen können[1]. In unserem Fall wurden auch die ökomomischen Variablen in Effektivitätswerte übersetzt. Sie können jedoch auch, wie oben beschrieben, getrennt betrachtet und in Form eines internen Zinsfußes (oder eines ähnlichen Kriteriums der NKA) ausgedrückt werden.

Ideal wäre nach heutigem Stand der Wissenschaft die Kombination einer internen Zinsrate, welche mit dem Modell von ISRAEL berechnet würde, mit einem KW-Modell, wie wir es hier vorgeschlagen haben. Sie könnte jedoch wegen der hohen Kosten bisher nur in wenigen Pilotstudien durchgeführt werden.

Wahrscheinlich werden die meisten Finanzierungsorganisationen eine ökonomische Evaluierung in den nächsten Jahren immer zusätzlich fordern. Erst wenn die Einbeziehung der KWA in die Evaluierung von ländlichen Straßen sich so weitgehend durchgesetzt hätte, daß man für eng definierte Projekttypen Standardmodelle der KWA mit allgemein anerkannten Mindesteffektivitäten benutzen könnte, könnte man in gewissen Grenzen sogar auf die Errechnung der ökonomischen Rentabilität verzichten.

---

1) Siehe u. a. Introduction to Mathematical Programming System Extended (MPSX) Program Number 5734; International Business Machines Corporation - Technical Publications Department - New York, Januar 1971.

III.C.11. Schlußfolgerungen

Wir glauben, daß solche produktionstechnischen Modelle in 80 % bis 90 % der Straßeninvestitionen des Falles III nicht benutzt werden können, weil Datenerhebungen zu teuer sind. Aus diesen Gründen empfehlen wir sehr den Gebrauch der Kosten-Wirksamkeits-Analyse für LZS-Projekte entweder als Zusatz zur rein ökonomischen Evaluierung, oder als integriertes KW-Modell, worin der ökonomische Teil, ausgedrückt durch Kostenersparnisse oder Wertschöpfung, ein Teilmodell bildet, aber auch separat berechnet werden kann.

III.D. Das Problem der Datenbeschaffung

Einleitung

Wir haben gesehen, daß alle Modelle, die die Entwicklungswirkungen einer Verkehrsinvestition theoretisch einigermaßen befriedigend prognostizieren können, in der Praxis fast immer an zu wenigen oder zu unsicheren Daten scheitern.

Was kann dagegen getan werden?

Wir schlagen in diesem Abschnitt drei Erweiterungen vor, um mehr und bessere Daten bei gleichem Aufwand zu erhalten.

1. Verwendung von durch Experten geschätzte Daten,
2. Verwendung von Luftaufnahmen einer Entwicklungsregion,
3. Errichtung von zentralen Datenbanken.

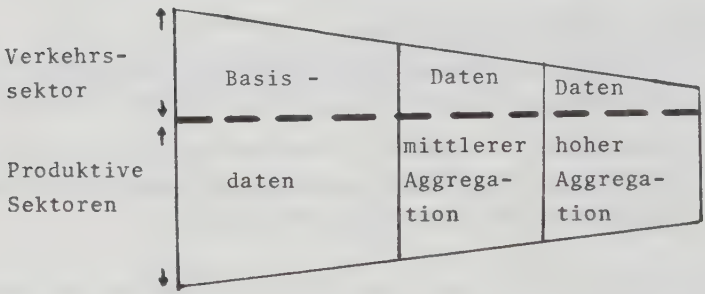
Im Abschnitt III.E. werden wir dann das Problem der Prognosegenauigkeit behandeln, die ja ceteris paribus eine inverse Funktion der Datenmenge ist. Je mehr man die Datenmenge beschränkt, desto größer wird das Risiko und desto geringer die Prognosegenauigkeit. Daher muss man, wenn man die Methoden der Datensammlung vereinfacht, immer gleichzeitig abzuschätzen versuchen, um wieviel dadurch die Prognose genauigkeit sinkt.

III.D.1. Verwendung von durch Experten geschätzen Daten

III.D.a. Welche Arten von Daten können geschätzt werden?

Zunächst fragen wir: Auf welche Weise kann man Daten für Evaluierungsmodelle durch Expertenschätzungen gewinnen, wenn sie nicht oder nur unzureichend als Primärdaten statistisch erhoben werden können?

Wir wollen drei Arten von Daten unterscheiden, die in ein Nutzen-Kosten- oder ein Kosten-Wirksamkeits-Modell eingehen bzw. als Zwischenergebnisse vorkommen (vgl. Flußdiagramm Nr. 2 und Tabellen in Abschnitt III.B).



Figur III.D.(1): Große Gruppen von Daten, welche unterschiedlich behandelt werden müssen

1. Basisdaten, die durch Primär-Statistiken erhoben werden müssen (Produktionsmengen der landwirtschaftlichen Güter 1, 2, ..., n, Preise und Mengen der landwirtschaftlichen Inputgüter, bebaute landwirtschaftliche Fläche etc.). Diese Daten standen in unserem Flußdiagramm ganz links. Die Basisdaten sind wenig strukturiert; zwischen ihnen bestehen noch keine beachtlichen Korrelationen und keine ökonomischen Beziehungen[1].

2. Daten mittleren Aggregationsniveaus (z. B. Preiselastizitäten der landwirtschaftlichen Güter 1, 2, ..., n, Erlöse der Transportunternehmen und marginale Kosten der Produzentengruppen etc.). Sie stehen im Flußdiagrmm

1) Falls es zu viele Korrelationen gibt, sind evtl. zu viele Basisdaten ähnlicher Art gesammelt worden.

in der Mitte. Sie sind häufig schon Ergebnisse von einfachen Berechnungen aus den Basisdaten, nicht allein Aggregierungen im Sinne mathematischer Summen.

3. Daten von hohem Grade an Aggregation, welche z. T. als Ergebnisse von Teilmodellen errechnet werden (wie z. B.
   - einbehaltene Gewinne der Transportunternehmer,
   - Produktionszuwachs im Jahr t für die Güter 1, 2, ..., n,
   - Kostenersparnisse an Betriebs-, Zeit- und Instandhaltungskosten etc.).

   Sie waren im Flußdiagramm auf der rechten Seite zu finden. Ihre Zahl ist am geringsten. Sie sind die Größen, die unmittelbar die Entscheidungsgrößen des ökonomischen Modells beeinflussen, z. B. die gesamte Wertschöpfung oder das induzierte Verkehrsvolumen.
   Wir unterscheiden diese drei Gruppen von Daten jeweils noch in solche, die den Zustand v o r der Investition beschreiben, und solche, die ihn n a c h h e r beschreiben (sowohl o h n e als auch m i t der Investition).

Wir gehen davon aus, daß nicht alle Basisdaten der Gruppe 1 erfaßt werden können oder daß nicht genügend geeignete Modelle vorhanden sind, um sie zu verarbeiten. Das wird in der Praxis von LZS immer bis zu einem gewissen Grad der Fall sein. Wir nehmen weiterhin an, daß die gesamten Evaluierungskosten einen bestimmten Prozentsatz der Konstruktionskosten der LZS nicht überschreiten dürfen; z. B. ist 5 % die Grenze, die in Brasiliens Kreditvergaberichtlinien für LZS festgelegt wurde, welche von der Nationalen Entwicklungsbank und der USAID herausgegeben wurde[1]. Wir fragen nun,

---

1) Banco Nacional de Desenvolvimento, DNER, USAID: "Apresentacao de Projetos de Estradas rurais ou vicinais", Manual, Rio de Janeiro, 1972.

auf welche Weise man die fehlenden Primärdaten oder Teilmodelle durch Schätzungen eines Teams von Experten ersetzen kann, das lange Erfahrungen mit Entwicklungsprogrammen für agrarische Regionen hat.

a) Wie könnte man z. B. vorgehen, um die Daten für das besonders "datenintensive" LP-Modell von ISRAEL zu schätzen?

Man sollte die Erhebung von Primärstatistiken durch Feldinterviews so mit den Interviews von Experten kombinieren, daß bei einer gegebenen Mindestzuverlässigkeit die Evaluierungskosten 5 % der Konstruktionskosten nicht überschreiten. Folgende Art von Kostenschätzung zur Datenbeschaffung könnte gemacht werden:

	Kombinationen I	II	III
Zahl der Feld-Befragungen	100	50	5
Zahl der Experten-Befragungen	2	10	20
Kosten der Datenbeschaffung als Prozentsatz der gesamten Projektkosten	20 %	10 %	5 %

Wenn die Obergrenze für Kosten zur Datenbeschaffung 5 % beträgt, kommt nur die Kombination III in Frage.

Wir nehmen an, daß das Expertenteam für die Evaluierung von LZS-Projekten z. B. aus zehn Fachleuten folgender Spezialisierung besteht:

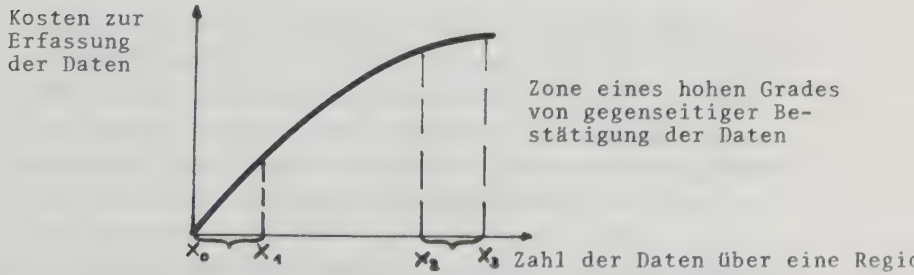
- Verkehrsingenieur,
- Ökonom für Regionalplanung,
- Betriebswirt,
- Landwirt,
- Soziologe,
- Anthropologe.

b) Wir fragen weiterhin, welche Arten von Daten aus den Gruppen 1 bis 3 in Figur III.D.(1) man am besten durch Experten schätzen läßt, welche dagegen aus Feldbefragungen ermittelt werden. Soweit sich überhaupt allgemeine Regeln geben lassen, schlagen wir folgende für den Fall III vor:

(1) Gewisse Basisdaten sind unabdingbar für die Schätzung hoch aggregierter Daten durch ein Expertenteam; je breiter die Basisdaten, desto besser die Schätzung mittlerer und höherer Daten. Für die Schätzung durch Fachleute jedoch eignen sich besonders:

(2) Einzelne Daten aus Nachbarregionen
z. B. - Preise von entfernten Absatzmärkten,
- Weltmarktpreise,
- Kostendaten aus der agrarischen Produktion.

Hier besteht noch kein dichtes "Datensystem" wie in der Region, in der die Straße gebaut wird. Deshalb werden die marginalen Kosten für Daten aus Nachbarregionen höher sein als die aus einer Region, wo ohnedies viele Daten erhoben werden müssen, so daß zusätzliche Daten mit geringen marginalen Kosten aus vorhandenen hergeleitet werden können. Wir gehen bei dieser Betrachtung davon aus, daß die Kosten für die Daten in folgender Form verlaufen:



Figur III.D.(2): Annahmen über die Kosten zur Datenerfassung

Im Bereich x_2 und x_3 haben z. B. die Zeitreihen gewisser Basisdaten einen so hohen Grad von Korrelation, daß sie substituiert werden bzw. zur gegenseitigen Bestätigung und Kontrolle benutzt werden können. Zusätzliche Daten können daher zu geringen Kosten aus bestehenden hergeleitet werden, oder mit geringen Veränderungen können bestehende Daten als Indikatoren für andere Fragestellungen benutzt werden.
Im Bereich x_0 bis x_1 haben die Datenreihen eine geringe Korrelation. Die Beschaffung zusätzlicher Daten kann sich daher kaum auf schon bestehende stützen und bedeutet hohe marginale Kosten.

(3) Für die Schätzung durch Fachleute anstelle der Erhebung von Statistiken aus Feldstudien eigenen sich auch alle Daten, die nicht allein in dieser Region zutreffen, sondern in vielen ähnlichen Regionen. Dies sind u. a. die Mehrzahl der technischen Daten wie die über Konstruktionskosten und Kostenersparnisse für Benutzer.

(4) Schließlich sind es aus den drei genannten Gruppen vor allem die Daten, welche Prognosen und Extrapolationen von bestehenden Daten darstellen; sie müssen ausschließlich durch Experten geschätzt werden, weil selbst lokalen Produzenten oder Behörden die Methoden dazu fehlen.

(5) Innerhalb der drei Gruppen ist wohl die Schätzung der Daten mittleren Aggregationsgrades durch Fachleute am wertvollsten. Bei Daten hohen Aggregationsgrades würde wahrscheinlich die Zuverlässigkeit zu sehr leiden, bei Basisdaten würden die Kosten zu hoch werden. Dennoch ist ein Minimum an Basisdaten unumgänglich.
Daten wie z. B. Angebotselastizitäten der wichtigsten transportierten Güter werden gar nicht ohne die Hilfe von Fachleuten erhoben werden können. Sie können nicht durch

Feld-Statistiken allein geschätzt werden; die Erfahrung über Kostenverläufe, die ein durchschnittlicher Bauer ohne betriebswirtschaftliche Kostenrechnung nicht hat, muß von Sachverständigen eingebracht werden.

III.D.1.b. Die Delphi-Methode als Mittel für unabhängige Datenschätzung

Nach welchem Verfahren sollen nun die Schätzungen der Daten durchgeführt werden?

Wir schlagen eine einfache Art von Delphi-Methode vor, die den Vorteil hat, daß sich die verschiedenen Meinungen der Fachleute nicht gegenseitig beeinflussen, wie dies in der Diskussion am runden Tisch der Fall wäre[1]. Wir empfehlen folgendes Verfahren anzuwenden und schildern es lediglich in großen Schritten.

1. Der Leiter des Evaluierungsteams läßt einige statistische Feldstudien von Basisdaten anfertigen, z. B. Interview-Serien aus fünf repräsentativen Orten oder von fünf Sachgebieten.
2. Diese werden einem Expertenteam von fünf bis zehn, allgemein j Personen zum Durcharbeiten gegeben; sie tauschen während des Verfahrens keine Meinungen aus.
3. Der Versuchsleiter bittet um die erste Runde der Schätzung einer Datengruppe vom Typ der mittleren Aggregation mit den Daten x_i, wobei $i = 1, 2, \ldots, n$.
4. Er läßt den Median und die Quartile jedes Datums x_i berechnen (oder ähnliche Maße wie arithmetisches Mittel und Standardabweichung; das wird aber bei grösseren Daten-

---

1) Vgl. u. a. ENGLISH, J. Morley (Ed.): "Cost-Effectiveness", New York 1968.

gruppen zu aufwendig sein). Er legt die Ober- und Untergrenzen des Streuungsmaßes fest und teilt die Ergebnisse den Experten mit.

5. Zweite Runde der Schätzung wie oben, jetzt aber Revision. Falls einige der Schätzungen x_{ij} noch immer außerhalb der Ober- oder Untergrenze der Streuung liegen (z. B. unterhalb des ersten und oberhalb des dritten Quartils), so wird um Angabe von Gründen für die Aussenseiter-Schätzungen gebeten.
6. Alle Experten erhalten die neuen Verteilungsmaße und die Gründe der Aussenseiter und machen damit eine zweite Revision ihrer Schätzungen.
7. Das Verfahren wird evtl. fortgesetzt, bis die Streuung gering genug ist. Der Mittelwert der letzten Schätzung gilt dann als Meinung der Experten.

Auf diese Weise kann ein guter Teil der Tabellen des Abschnitts III.B. gefüllt werden. Das Verfahren wäre nicht übermäßig teuer, da auch die Festlegung der Gewichte für die Modelle der Kosten-Wirksamkeitsanalyse durch das gleiche interdisziplinäre Expertenteam gemacht werden könnte.

III.D.2. Verwendung von Flugzeug-und Satellitenaufnahmen für die Datensammlung in ländlichen Gebieten

Für die Datensammlung in ländlichen Regionen kann man versuchen, moderne Verfahren der Kartografie und der Erforschung von Bodenschätzen anzuwenden. Dies gilt besonders in Entwicklungsregionen mit dünner Besiedlung, wie z. B. in Brasiliens Mato Grosso oder Maranhão. Wir denken an Verfahren der Fotografie und Infrarot-Fotografie aus Satelliten und Aufklärungsflugzeugen. Sie wurden bislang im Verkehrs-

wesen schon dazu benutzt, um die technische Streckenführung einer Straße in unwegsamen Gebieten so festzulegen, daß die geringsten Baukosten bei gegebenen sonstigen Standards erzielt wurden.

Sie können jedoch auch dazu benutzt werden, um erste, grobe Daten über die sozio-ökonomische Struktur, insbesondere die landwirtschaftliche Anbaustruktur eines Entwicklungsraumes zu erhalten, wie z. B.

- Zahl der Wirtschaftsgebäude pro Bauernhof,
- Kopfzahl von Herden,
- bebaute Fläche, aufgegliedert nach Produkten,
- Bevölkerungsdichte.

Die Ergebnisse der Luftaufnahmen müssen durch eine Reihe von Stichproben ergänzt und geprüft werden, die aufgrund von Feldinterviews gemacht wurden.

Besonders günstig kann diese Methode verwendet werden, (a) wenn man die Nutzen durch den Produktionszuwachs geschätzt hat und die vorausgesagte Entwicklung überprüfen will, um die Methodologie zu verbessern (expost Evaluierung). Man kann dann die Luftaufnahmen zu verschiedenen Jahren wie Zeitreihen verwenden.

Sie ist (b) dann von großem Vorteil, wenn man die Wirkung einer Verkehrsinvestition auf die Produktion zu späteren Zeitpunkten durch Komplementärinvestitionen ergänzen will. Die Fotografien geben dann erste Anhaltspunkte, wie weit die Produktion gewachsen ist und ob man ein Programm von Komplementärinvestitionen braucht.

III.D.3. Die Notwendigkeit von zentralen Datenbanken

Wir glauben, daß die Daten zur Schätzung der Produktion in landwirtschaftlichen Regionen, welche aus Expertenschätzungen und durch Luftbeobachtung entstehen, ebenso in einem zentralen Computer gespeichert werden sollten wie alle bisher gesammelten Daten, welche in verschiedenen verstreuten Publikationen gesammelt worden sind.

Wenn man betrachtet, welche gewaltigen Milliardenbeträge noch in ländliche Straßen investiert werden müssen, bis die etwa 550 Millionen Menschen, die noch in Armut auf dem Lande leben, einen vergleichbaren Lebensstandard wie in den Städten haben, so ist diese Investition in eine zentrale Datenkartei verschwindend gering.

Die Datenkartei sollte einerseits bei internationalen Organisationen wie bei der Weltbank eingerichtet werden. Dies beträfe Daten, die nicht länderspezifisch sind. Sie sollte andererseits bei den Planungsministerien der einzelnen Entwicklungsländer angelegt werden.

III.D.4. Zusammenfassung

Ungenügende Daten sind das Haupthindernis für die Anwendung besserer Verfahren bei der Evaluierung von Straßen in Entwicklungsländern.

(1) Daten von niedrigem Aggregationsniveau sind die Basis von Datenschätzungen durch Experten. Sie können durch stichprobenhafte Feldstudien und durch Luftaufnahmen gesammelt werden. Daten von mittlerem Aggregationsniveau eignen sich am besten für Expertenschätzungen. Sie sind von besonderem Wert bei Straßen mit großer Entwicklungs-

wirkung, weil dort ein breiter Fächer verschiedener Daten gebraucht wird. Vor allem folgende Arten von Daten können geschätzt werden:

- Preise auf Märkten außerhalb der Entwicklungsregion,
- Produktionskosten, wenn keine Buchhaltungssysteme vorhanden sind,
- alle zukünftigen Daten, bei deren Schätzung Verfahren gebraucht werden, welche lokale Produzenten und Behörden nicht anwenden.

Die Delphi-Methode ist das geeignete Verfahren, um die Erfahrungen jedes einzelnen Mitglieds des Teams isoliert zu erfassen.

(2) Luftaufnahmen eignen sich besonders in Fällen von Erschließungsstraßen, wo extrem wenig Daten vorhanden sind und wo der Produktionszuwachs ein wichtiges Kriterium für die Rechtfertigung der Straßeninvestition ist. Sie können auch die Notwendigkeit von Komplementärinvestitionen anzeigen.

(3) Zentrale Datenbanken sollten angelegt werden, weil noch gewaltige Summen in ländliche Straßen investiert werden werden. Die Evaluierungskosten pro Straßenkilometer könnten dadurch in den nächsten Dekaden erheblich gesenkt werden.

III.E. Die Ergänzung der Evaluierungsmodelle durch Einbeziehung des Risikos

Einleitung: Die besondere Bedeutung der Risiko-Analyse bei Verkehrsprojekten in Entwicklungsregionen

Die Variablen, die zu einer Cost-Benefit-Analyse in unterentwickelten Gebieten zur Verfügung stehen, sind häufig mit einem besonders hohen Grad von Unsicherheit behaftet. Diesem Nachteil versucht man manchmal dadurch zu begegnen, daß man vorsichtige oder pessimistische Werte bei den Input-Variablen annimmt, welche den internen Zinsfuß eines Projektes bestimmen. Will man realistischere Ergebnisse erzielen, so wählt man den Wert jeder Input-Variablen, welche die höchste Wahrscheinlichkeit in den Augen der Experten hat. In beiden Fällen macht man eine Vereinfachung: im Fall der pessimistischen Schätzung ist man unrealistisch; im Fall der wahrscheinlichsten Werte vernachlässigt man die Folgen erheblicher Unsicherheit bei einigen Variablen. Beide Ansätze können also zu falschen Entscheidungen führen.

Werden zum Beispiel nur pessimistische Werte der Variablen in das Modell eingegeben, so wird die Nutzen-Kosten-Relation wahrscheinlich überkonservativ ausfallen. Benutzt man nur die Werte mit der größten Wahrscheinlichkeit, so ist das Ergebnis nur scheinbar exakt; es kann nichts darüber ausgesagt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Rendite des Projektes eintreten wird. Man kann also sagen: wenn man das Endergebnis auf lediglich einem Wert jeder Input-Variablen aufbaut, kann es häufig passieren, daß das Verkehrsprojekt sich am Ende doch als unrentabel herausstellt.

Um dieses Risiko zu vermeiden, sollte man die Risiko-Analyse bei der Evaluierung von bestimmten, später zu definierenden Großprojekten benutzen. Man gibt nicht nur eine

pessimistische, optimistische oder wahrscheinlichste Schätzung der Variablen, sondern man gibt gleichzeitig eine ganze Reihe von Wahrscheinlichkeitswerten für verschiedene Werte der Input-Variablen an. Auf jeder Stufe der Analyse werden diese Wahrscheinlichkeitsverteilungen ebenso kombiniert wie die Variablen des Modells selbst. Als Ergebnis erhält man damit nicht nur einen einzigen oder zwei bis drei Werte der Entscheidungsvariablen, sondern ein Urteil darüber, in welchem Bereich um diesen Wert herum die Variable schwanken wird; gleichzeitig erhält man für jeden Wert der Entscheidungsvariablen innerhalb ihres Schwankungsspielraums die zugehörige Wahrscheinlichkeit.

III.E.1. Kurze Beschreibung und Bewertung des Risiko-Analyse-Modells der Weltbank

Dieses Modell wird dargestellt im World Bank Staff Occasional Paper - No. 11[1]. Wir wollen im folgenden das Modell beschreiben und versuchen, zu beurteilen, bei welchem Typ von Verkehrsprojekten es am besten eingesetzt werden kann. Das Modell in der beschriebenen Form stellt die Erfahrungen eines Jahres dar, die die Weltbank mit der Risiko-Analyse bei Verkehrsprojekten gesammelt hat.

Der Ablauf der Risiko-Analyse soll am Beispiel des Hafen-Projektes von Mogadiscio relativ ausführlich dargestellt werden. Gleichzeitig wird dabei gezeigt, wie die konventionelle Nutzen-Cost-Analyse mit einer Risiko-Analyse kombiniert werden kann. Wir sind nämlich der Meinung, daß die Risiko-Analyse gerade in Entwicklungsländern viel häufiger als bisher angewandt werden sollte.

In den Modellen der Risiko-Analyse, die die Weltbank benutzt,

---

1) POULIQUEN, Louis Y.: Risk Analysis in Project Appraisal, International Bank for Reconstruction and Development, Baltimore, 1972.

wurde immer die Monte-Carlo-Simulation angewandt. Eine besondere Schwierigkeit dabei war, die Evaluierungsexperten so zu befragen, daß ihre Urteile über die Werte der unsicheren Variablen in die Form einer Wahrscheinlichkeitsverteilung gebracht werden konnten.

Zunächst wurden alle Nutzenkomponenten berechnet auf der Basis von Schätzungen für die Input-Variablen, welche die höchste Wahrscheinlichkeit hatten (best estimate). Der Evaluierungsgruppe war jedoch klar, daß einige der unsicheren Input-Variablen eine besonders große Streuung aufweisen mußten, über die man zunächst keine genauere Information hatte.

Besonders wenig wußte man über die Wahrscheinlichkeitsverteilung für das zukünftige Verkehrsaufkommen. Der Hafen von Mogadiscio ist einer der Haupt-Im- und Exportplätze von Somalia; er sollte zu einem modernen Hafen ausgebaut werden. Das zukünftige Verkehrsaufkommen von der Nachfrageseite her war mit großen Unsicherheiten behaftet, wie das häufig in unterentwickelten Gebieten der Fall ist. Auf der Kostenseite sind die Unsicherheiten im allgemeinen geringer. In diesem Fall konnten jedoch nicht einmal die Projektkosten für den Ausbau des Hafens mit Sicherheit vorausberechnet werden. Man wußte z. B. nicht, welche Kosten entstehen werden, um den Hafen gegen Sturm und hohen Seegang zu schützen. Auch hatte man keine Daten über Verschiebungen in den Preisen der Produktionsfaktoren, die bei einem solchen relativ großen Projekt wahrscheinlich entstehen werden.

Aus diesem Beispiel kann man ableiten, dass die Risiko-Analyse in drei Fällen gerechtfertigt ist:

1) Es liegen zu wenig Daten vor, weil man keine Zeit für die Datensammlung hat.

2) Es liegen zu wenig Daten vor, weil die Kosten für die Datenbeschaffung zu hoch sind.

3) Die Daten, die für die Evaluierung benötigt werden, sind ihrer Natur nach in starkem Maße zufallsabhängig.

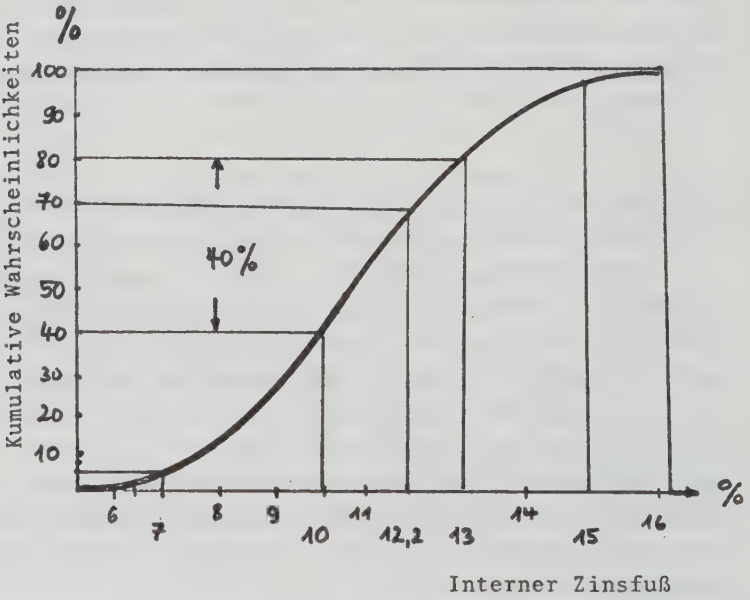
Was kann man in solchen Fällen tun? Man kann eine Optimist-Pessimist-Analyse für alle oder für einen Teil der unsicheren Variablen machen und den "optimistischsten" oder den "pessimistischsten" internen Zinsfuß berechnen; man kann aber auch weitergehen und eine vollständige Risikoanalyse machen, deren Ergebnis eine Wahrscheinlichkeitsverteilung ist. Wie dies in der Praxis gemacht werden kann, wird im folgenden skizziert.

Zunächst mußte man herausfinden, welche der unsicheren Daten das Endergebnis am meisten beeinflussen. Es zeigte sich, daß die Schwankungen im internen Zinsfuß weitgehend mit sieben aus insgesamt 27 unsicheren Variablen erklärt werden konnten: Es stellte sich ausserdem heraus, dass die Sensitivitätsanalyse mit den Optimist-Pessimist-Werten aller unsicheren Variablen zwar schon ein besseres Bild von der Unsicherheit der einzelnen Variablen gab; ein vollständiges Bild war jedoch erst möglich, wenn man nicht nur drei Wahrscheinlichkeitswerte, sondern eine gesamte Wahrscheinlichkeitsverteilung für die sieben unsicheren Variablen ermittelte; man mußte also zur Wahrscheinlichkeitsanalyse übergehen.

Wahrscheinlichkeitsanalyse

Zunächst müssen für die sieben besonders einflußreichen Variablen Wahrscheinlichkeitsverteilungen gefunden werden. Diese basieren hauptsächlich auf den subjektiven Urteilen der Experten, welche die Evaluierung durchführen, und einiger Fachleute, die zu speziellen Fragen ihr Urteil abgeben. Diese werden dann in die Monte-Carlo-Simulation eingegeben. Der Computer stellt die dazugehörigen Variablen

für jeden der Parameter her, die in der Analyse variiert werden, und errechnet die internen Zinsfüße. Damit kann das Computerprogramm die Verteilung des internen Zinsfußes in Form der kumulativen Wahrscheinlichkeiten ausrechnen und aufzeichnen. Die Weltbank hat für die Verkehrsprojekte mittler weile mehrere Grundprogramme entwickelt, durch die die Simulation einfach und schnell durchgeführt werden kann.



Figur III.E.(1): Kumulative Wahrscheinlichkeitsverteilung des Internen Zinsfußes eines Verkehrsprojektes

In welchem Maße gehen nun die Ergebnisse der Risikoanalyse über die starre Optimist-Pessimist-Analyse hinaus, und wie weit verbessern sie ihre Ergebnisse?

Figur III.E.(1) beschreibt die Verteilungen des internen Zinsfußes in Form einer Kurve der kumulativen Wahrscheinlichkeiten. Die Kurve zeigt zum Beispiel, daß der interne Zinsfuß mit 95 % Wahrscheinlichkeit 7 % überschreiten wird. Sie zeigt

am oberen Ende, daß nur 2 % Wahrscheinlichkeit bestehen, daß der Zinsfuß die 15% überschreitet. Sie zeigt weiterhin alle Wahrscheinlichkeiten zwischen solchen extremen Werten und sie gibt Antwort auf die Frage, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Zinsfuß zwischen zwei interessanten Werten liegen wird. Für die praktische Evaluierung von Verkehrsprojekten ist es zum Beispiel interessant zu wissen, wie wahrscheinlich es ist, daß der interne Zinsfuß zwischen 10 und 13 % liegt. Ein Blick auf die Kurve zeigt, daß die Chance dafür immerhin 40 % beträgt.

Die ursprüngliche Evaluierung mit den wahrscheinlichsten Werten aller Input-Variablen hatte eine Rendite von 12,2 % ergeben. Es ist nun interessant zu fragen, welche Chance besteht, daß dieser Wert überschritten wird. Die Risiko-Analyse zeigt, daß die Chance nur 30 % beträgt. Damit wird auch klar, daß es sinnvoll war, die deterministische Analyse zu erweitern zu einer Risiko-Analyse.

Wir sehen also den wichtigsten Vorteil der vollständigen Risiko-Analyse: Im Unterschied zur Optimist-Pessimist-Analyse, die nur mit drei Werten arbeitet, gibt die vollständige Risiko-Analyse ein vollständiges Bild über die Risiken des Projektes.

III.E.2. Anwendbarkeit der vollständigen Risikoanalyse

In welchen von unseren drei Fällen von Straßen ist eine vollständige Risiko-Analyse (RA)[1] anwendbar, wie wir sie hier beschrieben haben?

---

1) Wir kürzen den Begriff Risikoanalyse auch durch "RA" ab.

Wir sind der Meinung, daß sie nur möglich ist

a) bei großen Straßenprojekten des Falles I, also in relativ entwickelten Gebieten oder bei großen Überlandstraßen in unterentwickelten Gebieten und

b) bei einem ganzen Programm von gleichartigen kleinen Landstraßen, z. B. zehn LZS gleicher Bauart in einem Gebiet homogener Umweltstruktur.

In allen anderen Fällen, wenn es sich um kleinere und/oder einzelne Straßenprojekte handelt, sollte sie nicht benutzt werden. Für diese werden wir daher anschließend eine eigene Methoden-Variante entwickeln, eine sogenannte "vereinfachte Risiko-Analyse" (VRA). Wir begründen dies wie folgt:

a) Eine der wichtigsten Entscheidungsvariablen für die Frage, bei welcher Art von Straßen die RA angewandt werden kann, ist das Verhältnis von Evaluierungskosten zu Konstruktionskosten. Welcher zusätzliche Aufwand entsteht bei einer NKA mit einer Risikoanalyse?

   - Zunächst ist aus Gründen der Rationalisierung ein Computer nötig. Die Weltbank bietet seit 1970 mehrere Standard-Programme an, so daß die langwierige Arbeit des Programmierens entfällt. Dadurch ist es möglich, eine durchschnittliche RA für Straßen mit einem gut eingeübten Team in drei Tagen durchführen zu lassen. Die Zeit, die der Programmierer für die Anpassung des Standard-Programms braucht, beträgt dabei nach Schätzung der Weltbank einen halben bis einen Tag. Die Kosten für die Rechenzeit des Computers sind verschwindend gering im Vergleich zu den Personalkosten für das Team.

   - Die Bereitstellung eines Computers macht in den wenigsten Fällen größere Schwierigkeiten - fast in allen Hauptstädten von Entwicklungsländern oder -zonen sind sie vorhanden. Einige Zeit kostet lediglich die Übermitt-

lung der Daten, wenn das Fernmeldewesen keine Fernleitungen bereitstellen kann.

- Schwierigkeiten macht vor allem die Tatsache, daß es zur Zeit noch nicht genügend Teams gibt, die bei allen NKA bei Straßenprojekten mit Risikokomponenten eine RA durchführen könnten. Also müssen die großen Projekte vorgezogen werden; denn bei ihnen führt ein relativer Fehler in der Voraussage der internen Zinsrate von z. B. 30 % zu einer größeren Fehlverwendung von knappen Ressourcen als ceteris paribus bei kleinen Projekten.

b) Hat man ein ganzes Programm von gleichartigen Straßen des Falles III, d. h. z. B. ein LZS-Programm von zehn Straßen, so kann man die RA für eine repräsentative Zubringerstraße durchführen lassen, für Abweichungen einige Anpassungen machen und die gesamten zusätzlichen Evaluierungskosten, die durch Anwendung der RA bestehen, durch zehn teilen. Das Verhältnis von Evaluierungskosten pro LZS liegt dann evtl. noch unter dem entsprechenden Verhältnis bei einer großen Straße.

c) Welche Datengruppen werden bei großen Straßen, welche bei LZ-Straßen vor allem unsicher sein?

Beim LZS-Programm werden vor allem die Daten über die Wertschöpfung unsicher sein, d. h. über die Nutzenseite. Die Variablen, die die Baukosten der LZS bestimmen, werden dagegen relativ sicher sein, denn von der bautechnischen Seite her werden Standardverfahren angewendet.

Bei großen Straßenprojekten des Typs I und II kann das anders sein. Wenn unübliche Bautechniken angewandt werden oder die Straße durch Neuland-Gebiete führt, können die Risiken auch von der Kostenseite her groß sein. Beispiele dafür sind in Brasilien spektakuläre Großpro-

jekte wie die gewaltige Brücke zwischen Rio und Niteroi (14 km Länge), bei der man wenig über den Untergrund des Meeres wußte; oder das gigantische Projekt der "Transamazonica", wo man ebenfalls über große Streckenabschnitte hindurch die technischen Schwierigkeiten nur grob schätzen konnte.

Um bei diesen Großprojekten, besonders bei denen in entwickelten Regionen, eine ausreichende Nutzen-Kosten-Relation zu erreichen, werden die Kosten fast immer optimistisch (minimal) und die Nutzen ebenfalls optimistisch (maximal) geschätzt, ohne daß dies in der NKA erscheint, wenn sie keine RA benutzt. Gerade bei solchen Großprojekten (zu denen auch U-Bahn-Projekte und Hochstraßen in städtischen Regionen gehören) sollte man deshalb den Gebrauch von RA-Methoden fordern. Andernfalls können unterentwickelte Regionen benachteiligt werden.

d) Die Weltbank hat ihre Risikoanalyse-Teams bisher ausschließlich für Großprojekte eingesetzt. Ein bedeutendes Feld war dabei neben Straßen auch der Bau von Hafenanlagen und der Bau oder die Erneuerung von Brücken; all dies sind Projekttypen, in denen erhebliche Ungewißheiten auch auf der Kostenseite bestehen. Hier handelte es sich also um riskante technische Einzelheiten.

Wir haben gesehen, daß die PZ-Methode noch nicht so weit entwickelt und getestet ist, daß große Organisationen wie die Weltbank sie in ländlichen Regionen regelmäßig verwenden könnten. Ein Grund liegt vor allem darin, daß die Datenmenge für Modelle dieser Art zu gering ist. Mangel an Daten hat die gleiche Wirkung wie große Unsicherheit an Daten. Straßen der Fälle II und III sind also aus diesem Grund ein typisches Anwendungsfeld für die RA. Das gleiche gilt in äquivalenter Ausdrucksweise

für die Methode der Konsumentenrente: Kostenersparnisse auf den bestehenden oder normalen Verkehr sind relativ gut determiniert, Kostenersparnisse auf induzierten Verkehr dagegen oft sehr riskant. Wo der Anteil des induzierten Verkehrs am Gesamtverkehr groß ist, ist also die RA wichtig.

Im Fall eines Investtions p r o g r a m m s von LZS ist das Kostenproblem gelöst. Wir schlagen daher vor, daß man die RA vor allem dazu benutzt, um die Nachteile der PZ-Methode auszugleichen[1]. Die Ergänzung der PZ-Methode durch die Risiko-Analyse stellt unserer Meinung nach eine Lösung dar, die bei vertretbaren Kosten ein hohes Maß an Prognosegenauigkeit gewährleistet. Die Anwendbarkeit der RA in LZS-Programmen ist unter Weltbank-Experten wegen der Knappheit an geeignetem Personal noch kaum diskutiert worden.

e) Der Gebrauch der RA bei großen Projekten und Projektprogrammen mit kleinen, homogenen Einzelprojekten empfiehlt sich außerdem noch in folgenden Sonderfällen:

(1) bei der Vorauswahl von wenigen aus einer großen Zahl möglicher Projekte. Dann werden nur wenige vorläufige Daten von jedem Projekt gesammelt, aber sie werden so gut wie alle mit Wahrscheinlichkeitsschätzungen versehen. Erst in einer zweiten Runde wird für die Projekte mit höchster vorläufiger Rentabilität eine genauere RA gemacht, wie im vorigen Abschnitt beschrieben. In diesem Gebiet liegen unserer Meinung nach, gerade auch im Hinblick auf die ungeheuer große Zahl von Straßen in ländlichen Gebieten, die

---

1) Man benutzt dann weniger Variable für die Bestimmung des Produktionszuwachses, aber dafür schätzt man sie teilweise mit Angabe von Risikoverteilungen.

größten Anwendungsmöglichkeiten für die RA oder ein vereinfachtes Verfahren (vgl. Abschnitt III.E.4).

(2) Wenn es sich um Projekte handelt, deren interner Zinsfuß hart an der Grenze dessen liegt, was international als ein "lohnendes Projekt" bezeichnet wird, also z. B. an der Acht-Prozent-Grenze. Wenn hier größere Unsicherheiten bestehen, sollte eine RA entscheiden, mit welcher Wahrscheinlichkeit das Projekt unter 8 % liegen wird. Diese Grenzfälle werden jedoch relativ gering sein.

f) Zusammenfassend können wir die Risikoanalyse wie folgt beurteilen:

Im Laufe der Zeit werden die Evaluierungstechniken immer feiner und die Planungen immer komplexer und langfristiger werden. Die Risikoanalyse, welche in der Unternehmensplanung schon seit langem ihren festen Platz hat, wird eines der wichtigsten Verfahren sein, die die traditionelle deterministische Nutzen-Kosten-Analyse ergänzen können.

Zwar wird die Zahl der Daten auch in ländlichen, unterentwickelten Gebieten langfristig wachsen, was zu einer Verringerung des Risikos führt; aber andererseits werden die Zusammenhänge in Verkehrsnetzen komplexer, wodurch das Risiko wächst, falls nicht rasch genug Modelle entwickelt werden, die das Risiko durch großen Datenaufwand vermindern. Daher wird auch die Risikoanalyse von diesem Blickwinkel her nicht an Einfluß verlieren.

Die RA sollte, wie wir gesehen haben, vor allem angewandt werden in folgenden Fällen:

(A) wenn einige Daten nur mit großem Zeitaufwand beschafft werden können,

(B) wenn Daten nur zu hohen Kosten beschafft werden können,
(C) wenn Daten von Natur aus hohe Risiken haben.

Diese allgemeinen Bedingungen werden besonders in folgenden Fällen zutreffen:

(1) wenn wenig Erfahrung mit einem Typ von Variablen besteht,
(2) bei technisch neuen Bauweisen,
(3) wenn der Anteil des induzierten Verkehrs am Gesamt-Verkehrsvolumen groß ist bzw. die PZ-Methode vorzuziehen ist,
(4) wenn "Grenz-Projekte" vorliegen,
(5) wenn ein Projekt sehr groß ist und daher Prognosefehler zu absolut besonders großen Fehlinvestitionen führen,
(6) wenn es sich um die Vorauswahl von Projekten handelt.

Unter diesen Projekten können nur solche für eine vollständige RA ausgewählt werden, welche nicht an der Nebenbedingung der Kostenbeschränkung (gemessen durch den Quotienten "Evaluierungskosten durch Konstruktionskosten") scheitern. Das wird nur zutreffen bei typischen Straßenprojekten der Fälle I und II und bei homogenen Investitionsprogrammen des Falles III.

Wir empfehlen den Gebrauch der vollständigen Risikoanalyse für die Anwendung in großen Projekten. Nach der Art, wie sie dargestellt wurde, erscheint sie als ausgereifte Methode. Dennoch hat sie neben den praktischen Problemen der Anwendung, die wir besprochen haben, auch einige theoretische Probleme, die noch nicht zufriedenstellend gelöst sind. Wir wollen sie im folgenden kurz ansprechen.

III.E.3. Theoretische Probleme bei der Risiko-Analyse

Zwei hauptsächliche Schwierigkeiten hängen eng miteinander zusammen: die Frage, bis zu welchem Maße man das Evaluierungsmodell disaggregieren soll und das Problem, wie man Korrelationen zwischen den Variablen vermeiden kann[1]. Allgemein kann man sagen: Je höher der Grad der Disaggregation, desto genauer werden die Schätzungen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen und damit die Genauigkeit des Endergebnisses. Je höher der Grad der Disaggregation, desto höher wird aber auch die Wahrscheinlichkeit, daß die Variablen untereinander korreliert sind. Dies führt dann zu einer Verzerrung der Ergebnisse. Man muß deshalb bemüht sein, ein Optimum zwischen beiden Zielen herzustellen.

Das Aggregationsproblem fragt: bis zu welchem Grad sollen Variablen aufgeteilt werden, um die besten Schätzungen für die Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu erhalten? Die Ergebnisse der Erfahrungen der Weltbank zeigen, daß die Risiko-Analse im allgemeinen einen höheren Grad von Disaggregation verlangt, als sie gewöhnlich bei Weltbank-Evaluationen gemacht wird. Je kleiner die Bedeutung einer Variablen, desto leichter ist es für die Experten, ein Urteil über die Wahrscheinlichkeiten anzugeben. Die Grenze der Disaggregation wird gegeben durch die Korrelationsprobleme; sie sind in jedem Fall etwas verschieden, daher kann eine einheitliche Regel nicht gegeben werden.

Wenn keine Korrelation zwischen den Variablen besteht, dann kann der Effekt der Variation einer Variablen kompensiert werden durch die Variation einer anderen Variablen in der entgegengesetzten Richtung. Wenn sie positiv korreliert sind, wird der Effekt der Variation einer Variablen verstärkt werden durch die Variation der anderen. Wenn die Korrelation

---

1) Vgl. hierzu POULIQUEN, Louis Y.:Risk Analysis ..., S. 45-52 und S. 36-42.

negativ ist, können sich die Variablen untereinander systematisch ausgleichen. Der Weltbank-Bericht von POULIQUEN hebt hervor, daß die positive Korrelation häufiger aufgetreten ist als die negative. Daher muß versucht werden, die negativen Wirkungen auf die Genauigkeit des Endergebnisses durch geeignete Maßnahmen einzuschränken. Der Bericht gibt vier Wege an, wie das geschehen kann:

1) Begrenzung der Disaggregierung
2) Isolierung der Quellen für die Unsicherheiten
3) Test mit der Annahme, daß zwei Variablen völlig voneinander abhängig oder völlig voneinander unabhängig sind
4) Bereitstellung von mehr Daten.

Es wird festgestellt, daß es auf diese Weise nicht unmöglich ist, das Problem zu lösen; die Autoren geben jedoch zu, daß es nicht vollständig gelöst worden ist.

III.E.4. Einige Vorschläge für eine vereinfachte Form des Risikoanalyse-Verfahrens zur Berücksichtigung von Unsicherheiten bei kleineren Straßenprojekten

Bei kleineren Straßen der Gruppe II und III oder bei Vorevaluierungen dürfen durch die Berücksichtigung von Unsicherheiten keine großen Zusatzkosten entstehen. Wir schlagen daher ein Verfahren vor, das wir als "Vereinfachte Risikoanalyse" bezeichnen. Das Verfahren kann beinahe stufenlos vereinfacht und kompliziert werden, indem man die Zahl der Variablen variiert, die man untersucht. Die Grundidee dieser Vereinfachung ist folgende: es soll die Zahl der Variablen, für welche Wahrscheinlichkeitsverteilungen geschätzt werden sollen, verringern, und es soll den Prozeß der Auswahl dieser Variablen vereinfachen.

Die vereinfachte Risikoanalyse ist gedacht für größere Strassenbauprojekte des Falles II, z. B. dann, wenn es sich um Überlandstraßen durch ländliche Entwicklungsgebiete handelt; sie ist weiterhin konzipiert für ganze Programme von z. B. zehn homogenen Zubringerstraßen, oder typischen Penetrationsstraßen, wie z. B. Abschnitte der "Transamazonica" in Brasilien, wo große Risiken über die zukünftige Entwicklung vorlagen, wie sich nachträglich herausgestellt hat; beides sind Beispiele für Straßen des Falles III.

Die "vereinfachte Risikoanalyse" (VRA) kann in folgenden Schritten durchgeführt werden:

1) Bestimme aus der Zahl der erfaßten Variablen auf einfache Weise solche mit Risiko.

2) Bestimme unter den riskanten Variablen auf einfache Weise solche, welche einen großen Einfluß auf die Entscheidungsvariablen der NKA haben.

3) Lege eine Regel fest, nach der bestimmt wird, für welche der gleichzeitig einflussreichen und riskanten Variablen Wahrscheinlichkeitsverteilungen ermittelt werden sollen.

Danach folgt die Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen und die Errechnung der kumulativen Wahrscheinlichkeitsverteilung der Entscheidungsvariablen in genau der gleichen Weise wie bei dem Verfahren der Risikoanalyse, das POULIQUEN benutzt hat.

Schritt 1) Bestimme aus der Zahl der erfaßten Variablen auf einfache Weise solche mit Risiko

Wir veranschaulichen das Verfahren anhand der Tabellen 1 bis 6 und der Flußdiagramme 1 und 2 aus Abschnitt III.B. Das Nutzen-Kosten-Modell, das ihnen zugrunde liegt, kann entweder als Computer-Programm vorliegen, oder die einzelnen Variablen werden "manuell" verknüpft. Letzteres wird für die nächsten

Jahre häufiger zutreffen, da 1975 noch kein und wohl in den nächsten zehn Jahren kaum eine ausreichende Zahl von vielseitigen Standardprogrammen zur Verfügung stehen werden.

Zunächst müssen aus den Variablen in den Tabellen 1 bis 6 und den Flußdiagrammen Nr. 1 und 2 die Variablen herausgesucht werden, die auf der Nutzenseite riskant sind. Das gleiche wird dann auch für die Variablen der Kostenseite gemacht.

Die Variablen der mittleren Ebene, die durch Expertenschätzungen entstehen (vgl. Abschnitt III.C.1.), werden ebenfalls auf Unsicherheiten geprüft. Das kann z. B. nach dem folgenden Schema geschehen: jede Variable wird in eine der drei Kategorien A, B und C eingeteilt; dabei bedeuten:

Kategorie	Wahrscheinlichkeitsbereich	Klasse	Zahl der Variablen
A	über 75 % Wahrscheinlichkeit[1)]	relativ sicher	30
B	50 bis 75 % Wahrscheinlichkeit	mittelmäßig riskant	20
C	unter 50 % Wahrscheinlichkeit	sehr riskant	10

Tabelle III.E.(1): Grobe Einteilung aller Variablen nach ihrer Unsicherheit

Wenn wenig Zeit vorhanden ist, prüft man nicht die Unsicherheiten aller Variablen, sondern nur noch die der mittleren und höheren Ebene. Aus insgesamt sechzig Variablen werden auf diese Weise z. B. zehn sehr riskante und zwanzig mittelmäßig riskante Variablen ausgewählt.

---

1) D. h.: ein Experte hat den Eindruck, daß er bei 100 Schätzungen für die Variable dieses Typs in mindestens 75 Fällen das "richtige" Ergebnis innerhalb eines gewissen Intervalles von z. B. 20 % um den Mittelwert schätzen würde.

Schritt 2) Bestimme unter den riskanten Variablen die, welche einen großen Einfluß auf die Entscheidungsvariable haben (Sensitivitätsanalyse)

Die Entscheidungsvariable sei z. B. der interne Zinsfuß. Hier muß eine Sensitivitätsanalyse gemacht werden. Sie kann natürlich nur für den quantifizierbaren Teil der Analyse gemacht werden; wird eine vollständige Kosten-Wirkungs-Analyse durchgeführt, so kann im allgemeinen die Sensitivität der Entscheidungsvariablen auf Variationen ihrer Determinanten nur im ökonomischen Teil durchgeführt werden.

Sensitivitätsanalysen können, wenn kein voll computerisiertes Modell zur Verfügung steht, zeitraubend sein. Deshalb ist es wichtig, die Zahl der durchgerechneten Alternativen möglichst klein zu halten. Bei der Sensitivitätsanalyse sind nämlich Probleme zu beachten, die durch die Abhängigkeit von Variablen untereinander entstehen. Kommen Korrelationen häufig vor, so kann die Sensitivitätsanalyse dann kompliziert werden, wenn nicht von vornherein ein Modell (z. B. in Form eines Computerprogramms) vorliegt, das diese Abhängigkeiten berücksichtigt. Eine Berechnung von Hand wäre dann extrem aufwendig. (Der Sensitivitätstest muss ja, für den Fall, dass schon vorher für alle unsicheren Variablen ein einziger optimistischer und pessimistischer Wert geschätzt worden ist, wie folgt durchgeführt werden: man berechnet den internen Zinsfuss für jeden optimistischen und jeden pessimistischen Wert jeder einzelnen unsicheren Variablen oder, was häufiger vorkommt, in Kombination mit anderen Variablen [1]). Das ist ein wichtiger Grund, weshalb man die Zahl der auf Sensitivität geprüften Determinanten möglichst klein halten sollte.

Wir müssten deshalb zunächst vorschlagen, die Sensitivität nicht bei allen Variablen zu testen, sondern nur bei riskanten der Kategorien B und C.

---

1) Vgl. POULIQUEN, Louis Y.: Risk Analysis ..., S. 10

Wir glauben jedoch, daß auch dieses Verfahren noch in vielen Fällen zu aufwendig wäre: wenn man für alle dreißig riskanten Variablen die optimistischen und pessimistischen Werte schätzen wollte, würde man viel Zeit verlieren. Denn eine solche Schätzung braucht - wie die Erfahrungen mit der RA lehren - damit sie sinnvoll wird, erstens ein gewisses Training beim Evaluierungsteam, und zweitens einige zusätzliche Hintergrunddaten über die unsichere Variable. Das aber bedeutet einen erheblichen Aufwand, den wir mit unserem Verfahren ja gerade minimieren wollen.

Wir schlagen deshalb vor, lediglich den wahrscheinlichsten Wert der Inputvariablen, welcher zunächst angegeben wurde, um einen gewissen Prozentsatz, z.B. zehn Prozent, zu variieren und zu berechnen, um wieviel Prozent daraufhin die interne Zinsrate variiert. Wir bestimmen die Klassengrenzen, können dann unsere dreißig unsicheren Variablen in drei Klassen einteilen und erhalten z. B. das folgende Ergebnis

Klasse		Zahl der Variablen
I	wenig einflußreich	15
II	mittelmäßig einflußreich	10
III	sehr einflußreich	5

Tabelle III.E.(2): Beispiel für die vereinfachte Sensitivitätsanalyse

Dabei wird vermieden, dass man von vornherein eine zeitraubende optimistische Schätzung für jede der 30 Variablen machen muss. Wenn die Sensitivitätsberechnung noch immer zu teuer bzw. zeitraubend ist (und bei kleinen LZS wird das der Fall sein), so kann man ein extrem einfaches Verfahren wählen:

Man läßt den Einfluß der unsicheren Variablen auf die Entscheidungsvariable durch die Experten einfach schätzen. Wer Erfahrungen mit dem Umgang mit einem bestimmten Modell hat, wie z. B. einem, das auf den Variablen in den Tabellen 1 bis 6 und den Flußdiagrammen 1 und 2 in Teil III.B. aufbaut, bekommt ein Gefühl für die ungefähre Bedeutung jeder Variablen. Denn diese variiert zwar ein wenig in jeder Anwendung, aber auch diese

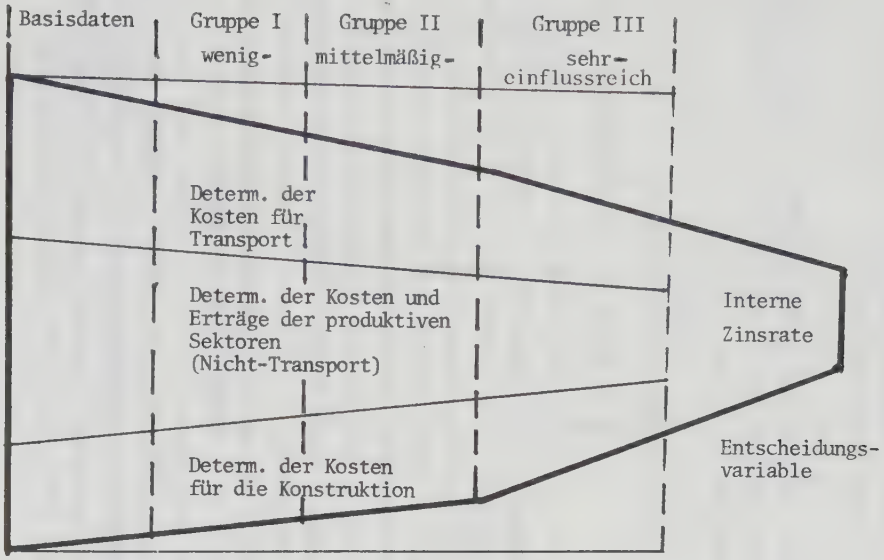
Variation lernt man abzuschätzen.

Ein Experte wird z. B. aus Erfahrung wissen, daß ein Hektarertrag für Reis in die Datengruppe "Basisdaten" gehört, wenn kein landwirtschaftliches Schulungsprogramm als Komplementärinvestition vorliegt. Wird es aber durchgeführt, so kann die Produktivität von Reis durch Düngerverwendung auf ein derart hohes Niveau gebracht werden, daß sie zur Gruppe "Daten mittleren Aggregationsgrades" aufrückt.

Voraussetzung für diese einfachen Schätzungen des Einflusses einer Variablen ist jedoch: es müssen Ergebnisse früherer Sensitivitätsanalysen mit dem benutzten Modell vorliegen. Man läßt dann einfach die Variablen nach ihrer geschätzten Bedeutung einteilen. Entsprechend unserem Flußdiagramm Nr. 2 würde das schematisiert wie in Figur III.E.(2).

Wir gehen davon aus, daß der Einfluß der Variablen im allgemeinen mit höherem Aggregationsgrad zunimmt und daß ihre Zahl abnimmt.

Danach folgt der dritte Schritt:



Figur III.E.(2): Einfluß der Variablen auf die Entscheidungsvariable

Schritt 3) Lege eine Regel fest, nach der bestimmt wird, für welche der gleichzeitig einflußreichen und riskanten Variablen Wahrscheinlichkeitsverteilungen ermittelt werden sollen

Die Variablen können nun in der folgenden 2 x 3 Matrix angeordnet werden (die Zahl der Variablen in jedem Feld ist wiederum nur hypothetisch).

Einfluß (Sensitivität)

Risiko	I wenig	II mittelmäßig	III sehr	Σ
B mittelmäßig	10	7	3	20
C sehr	5	3	2	10
Σ	15	10	5	30

Figur III.E.(3): Matrix der riskanten und gleichzeitig einflußreichen Variablen

Danach ist festzulegen, für welche Elemente der Matrix Wahrscheinlichkeitsverteilungen geschätzt werden sollen. Wählt man z. B. die Felder X_{13} und X_{23}, so hat man nur fünf Variablen, für die man Wahrscheinlichkeiten zu schätzen hat.

Fassen wir unsere Ergebnisse zusammen.

Das hier vorgeschlagene Verfahren bringt folgende Vereinfachungen:

1. Die Bestimmung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen für verschiedene Variablen ist einer der Teile des RA-Verfahrens, die am meisten Zeit beanspruchen, wenn erst einmal das ökonomische Modell zur Bestimmung des internen Zinsfusses und das RA-Modell in Computerform vorliegen; denn dies ist ein Vorgang, der in jeder Evaluierung immer wieder neu gemacht werden muß. Wenn es also gelingt, die Zahl der Variablen einzuschränken, die für die Verteilungen gesucht werden müssen, so kann man viel Zeit sparen.

   POULIQUEN hat zwei Verfahren vorgeschlagen, nach denen die Wahrscheinlichkeiten zu schätzen sind, die einfachere "Portraitmethode" und eine kompliziertere Befragungs-Methode[1]. In beiden Fällen ist eine Anordnung nach einer Art Delphi-Verfahren nötig. Das Team von Experten muß also unabhängig voneinander so lange seine Meinungen über mögliche Verteilungen abgeben, bis die Verteilungen für jede Variable auf eine relativ geringe Varianz eingeengt sind. Diese Experten, die z. T. aus der Region selbst stammen müssen, müssen jedoch zunächst mit dieser Befragungsmethode vertraut gemacht werden. Evtl. müssen Hintergrunddaten zusätzlich erhoben werden, wenn sich herausstellt, daß die Abweichungen zwischen den einzelnen Verteilungen auch mehreren Runden noch stark divergieren. Alle diese Schwierigkeiten werden verringert, wenn man nur wenige Variablen für die Simulation benutzt.

2) Wenn man einfachere Verfahren zur Auswahl dieser Variablen benutzt, so hat man folgenden Vorteil:

   Für einige Variablen, welche nicht in die Menge der gleichzeitig wichtigen und riskanten gehören, braucht man keine optimistischen und pessimistischen Schätzungen zu machen. POULIQUEN hat es bei allen 27 Variablen machen las-

1) Vgl. POULIQUEN, Louis Y.: Risk Analysis ..., S. 13 ff.

sen. Schon diese einfachen Schätzungen von optimistischen und pessimistischen Werten können einen gewissen Aufwand bedeuten, denn man muß streng genommen festlegen, welche Wahrscheinlichkeitswerte einer optimistischen oder einer pessimistischen Schätzung zugeordnet werden soll, ob z. B. 20 %, 50 % oder sogar 80% Wahrscheinlichkeit des Eintreffens. Für andere Variablen dagegen kann man den Prozeß der Auswahl von wichtigen und unwichtigen dadurch vereinfachen, daß man nicht eine vollständige, sondern eine einfachere Form der Sensitivitätsanalyse oder gar nur Sensitivitätsschätzungen macht.

Wir hoffen, daß Vereinfachungen in dieser Richtung dazu beitragen können, daß das Risiko in Zukunft nicht nur bei grossen, teueren Projekten in die Evaluierung einbezogen wird, sondern auch bei kleineren Verkehrsprojekten in ländlichen Entwicklungsregionen. Wenn das Risiko z. B. bei einem Programm von LZ-Straßen pauschal als "sehr groß" angesehen wird, kann es dazu führen, daß man solche Projekte von vornherein nicht näher evaluiert werden. Benutzt man dagegen eine einfache Form der Risikoanalyse und erkennt man dadurch das Risiko und die nötigen Komplementärmaßnahmen, welche es verringern, so hat man einen wichtigen Schritt in Richtung Gleichbehandlung von Straßen in unterentwickelten und entwickelten Regionen getan.

III.F. Ergänzende Empfehlungen zur Behandlung von kleinen Straßen in landwirtschaftlichen Entwicklungsregionen

III.F.1. Organisation und Bautechnik

Außer den schon beim Evaluierungsverfahren eingehend besprochenen sehen wir folgende Unzulänglichkeiten bei der gegenwärtigen Behandlung der Straßen Typ II und III durch die verantwortlichen Organe vieler Entwicklungsregionen, und wir machen daher folgende Vorschläge.

(1) Der Bau von LZS sollte nicht ausschließlich den Behörden der Regions-Hauptstädte oder den Regierungen in der Landes-Hauptstadt überlassen werden. Die einzelnen ländlichen Gemeinden selbst sollten in weit höherem Maße angeregt werden, ihre LZS selbst zu bauen. Die Organisation des Straßenbauwesens sollte also dezentralisiert werden.

(2) Die Forderung nach Dezentralisation gilt in weit stärkerem Maße für die Instandhaltung der Straße. Durch wirksame Propagandamaßnahmen kann die lokale Bevölkerung aufgerufen werden, ihre Straßen selbst instandzuhalten. Mit Rundfunk- und evtl. auch später Fernsehschulung kann viel dazu beigetragen werden, durch Straßenbau einerseits die Unterbeschäftigung auf dem Lande zu verringern und andererseits die Fähigkeit zur Selbstverwaltung auf Gemeindeebene zu erhöhen.

(3) Die Bautechniken für LZS sind häufig auf zu hohem Niveau und daher zu kostspielig im Vergleich zur geringen Nutzung und zu der Tatsache, daß (2) (Forderung nach lokaler Instandhaltung) gilt.
Es sollte einfachere Bauweisen angewandt werden, durch die die Unterbeschäftigung auf dem Lande reduziert werden kann, und eine einmalige, hohe Anfangsinvestition mit extrem geringen nachfolgenden Instandhaltungskosten sollte ersetzt werden durch eine niedrigere Anfangsinvestition (z.B. keine Asphaltdecke) kombiniert mit höhe-

ren, auf die Zukunft verteilten Ausgaben für Instandhaltung.

Es sollten mit anderen Worten sogenannte "intermediäre" Bautechniken benutzt werden. Zu diesem Punkt machen wir im folgenden Abschnitt nähere Ausführungen.

III.F.2. Berücksichtigung der Unterbeschäftigung in Entwicklungsregionen durch arbeitsintensive Methoden im Straßenbauwesen

Die Einbeziehung des Ziels "Beschäftigung" in die Nutzenkosten-Analyse hat sehr lange auf sich warten lassen. Grund dafür sind methodologische Schwierigkeiten, die auch heute zum Teil noch nicht überwunden sind. Die NKA wurde aus dem engen, rein ökonomischen Rahmen der Investitionsrechnung entwickelt und nicht aus dem breiten Rahmen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Daher wurde eine Forderung nach Vollbeschäftigung, die in vielen entwickelten Ländern eines der wichtigsten Ziele der Wirtschaftspolitik ist, häufig bei Straßenprojekten in Entwicklungsländern nicht berücksichtigt. Man versuchte lediglich, die Produktivität der Beschäftigten zu maximieren. Die Unter- oder Nichtbeschäftigten wurden nicht in die NKA einbezogen.

Erst in den letzten Jahren wurde etwas dagegen unternommen: Erstens wurden die unterbeschäftigten Faktoren zu einem gewissen Teil durch Schattenpreise berücksichtigt; zweitens versucht man, zwischen den traditionellen, primitiven Techniken der Entwicklungsregionen und den hochmodernen Straßenbau-Techniken der Geberländer einen gesunden Kompromiß zu finden in Form von sogenannten intermediären Techniken (intermediate technologies). Zwei Ziele müssen dabei verfolgt werden:

(a) mehr Beschäftigung menschlicher Arbeitskraft muß geschaffen werden;

(b) ihre Produktivität muß vergrößert werden.

Betrachtet man die Ergebnisse mit arbeitsintensiven Techniken in der Volksrepublik China, so fragt man sich, ob dafür spezielle Techniken entwickelt werden müssen; ob es nicht relativ einfach ist, einige Standardtechniken zu finden, in denen eine moderne, kapitalintensive Produktionstechnik in verschiedenen Kombinationen durch stärker arbeitsintensive Techniken ersetzt wird. Eine Studie der Weltbank zu diesem Thema hat gezeigt, daß die Schwierigkeiten größer sind als erwartet[1].

In einer solchen Studie muß gefragt werden: welche Kombinationen von Arbeit und Kapital führen bei gegebenen verschiedenen Relationen von Faktorpreisen und Faktorproduktivitäten zu einer maximalen Produktion bei hohem Beschäftigungsstand? Die Studie wurde für den gesamten zivilen Bausektor gemacht. Der Straßenbau nahm dabei eine sehr wichtige Rolle ein. Die wichtigsten Ergebnisse der Studie sind die folgenden:

(1) die Techniken, die heutzutage im zivilen Bausektor von Entwicklungsländern angewandt werden, sind entweder sehr arbeitsintensiv oder sehr kapitalintensiv (ausrüstungsintensiv). Keine wesentlichen Kombinationen zwischen diesen beiden Extremen (intermediäre Techniken) sind zu finden. Wo Versuche gemacht wurden, die traditionellen arbeitsintensiven Methoden mit modernen ausrüstungsintensiven Methoden zu kombinieren, ist häufig folgendes beobachtet worden: diese "gemischte" Methode macht einen so ineffizienten Gebrauch der Ausrüstungen, daß sie häufig genauso viel Kapital braucht, wie eine Bauweise mit voller Kapitalausrüstung; nur ist die gemischte Methode vergleichsweise sehr ineffizient;

(2) die bisher gebrauchten arbeitsintensiven Techniken sind nicht wettbewerbsfähig mit modernen kapitalintensiven Techniken. Dies gilt in Volkswirtschaften mit Überfluß an Arbeitskräften sogar dann, wenn diese Arbeit mit ihrem Schattenpreis bewertet wird, der lediglich einen Bruchteil

1) Vgl. Study of Substitution of Labor and Equipment in Civil Construction: Phase II Final Report, IBRD Working Paper No. 1972, Washington, Jan. 1974, 3 Bände.

der auf dem Markt gezahlten Löhne ausmacht. Dies hat zwei Gründe: erstens werden arbeitsintensive Bauweisen häufig in einem Zusammenhang angewandt, in dem das Hauptziel die Beschaffung von Arbeitsplätzen ist; die Nebenbedingung einer gewissen Mindestproduktivität wird dabei unnötig vernachlässigt. Zweitens sind die bestehenden arbeitsintensiven Methoden relativ primitiv und wenden elementare Grundsätze der Mechanik nicht an.

(3) Die Organisation und die Planung von großen Mengen an Bauarbeitern benötigt besondere Erfahrung und ein Training, das ziemlich unterschiedlich ist zu dem der ausrüstungsintensiven Bauweisen. Es muß davor gewarnt werden, arbeitsintensive Methoden ohne vorherige Planung und Schulung anzuwenden, insbesondere in Regionen, wo diese Methoden normalerweise nicht angewandt werden.

(4) Sogar in Ländern mit Arbeitskräfteüberschuß kommt häufig eine Knappheit von Arbeitskräften zu bestimmten Zeiten und an bestimmten Orten vor. Der Schattenpreis der Arbeit fluktuiert daher mit der Jahreszeit und dem Standort. Die Investitionen, welche die Konstruktion durchführen, müssen daher imstande sein, ihre Löhne zu variieren; während der Erntezeit müssen z. B. höhere Löhne im Straßenbau geboten werden, weil sonst die Projekte Verzögerungen erleiden, welche sehr teuer sind, wenn man Opportunitätskosten für die Nichtbenutzung der Straße berechnet.

(5) Der Gesundheitszustand und die Ernährung der Arbeiter haben eine wesentliche Wirkung auf die Produktivität der Arbeitskraft. Experimente zeigen, daß Programme zur Vermeidung von Anämie durch Eisentabletten zu einer wesentlichen Anhebung der Arbeitsproduktivität führen können[1]. Die Resultate der

---

1) Vgl. Nutrition and Health of Indonesian Construction Workers: Endurance and Anemia, IBRD Staff Working Paper No. 152, Washington, April 1973.

Studie zeigen, daß die traditionellen arbeitsintensiven Methoden nicht ökonomisch vertretbar sind. Man kann daraus aber nicht folgern, daß stark kapitalintensive Methoden für Entwicklungsländer geeignet sind. Man muß daher neue intermediäre Techniken auf folgende Weise entwickeln:

(a) Gebrauch von verbesserten Handwerkzeugen,
(b) geeignete Auswahl und Instandhaltung von kleinen Maschinen,
(c) bessere Planung des Projektes mit Rücksicht auf den größeren Arbeitsanteil an den Faktoren.

Auf diesem Gebiet ist noch viel zu tun. Die intermediären Arbeitstechniken werden von Arbeitspsychologen sogar für einige Wirtschaftssektoren der industriellen Gesellschaften empfohlen. Man könnte einige Straßenbauprojekte auswählen, die mit einer verbesserten arbeitsintensiven Methode gebaut wurden und die umfassenden sozio-ökonomischen Auswirkungen auf die Bevölkerung vergleichen mit denen, die als Resultat von kapitalintensivem Straßenbau entstanden. Es ist zu erwarten, daß z. B. eine ländliche Gemeinde in eine Entwicklungsregion eine größere Verantwortung für die Instandhaltung ihrer Straße entwickelt, falls diese nicht von wenigen spezialisierten Arbeitskräften und einer großen Zahl von Straßenbaumaschinen gebaut wurde, sondern durch einen erheblichen Teil der Bevölkerung der Region.

Die Studien über Gesundheit und Ernährung in Indonesien haben gezeigt, wo zusätzliche Ernährungsprojekte zu den Straßenbauprojekten nicht nur aus Erwägung der Gesundheitspolitik, sondern allein aus ökonomischen Erwägungen gerechtfertigt sind. Während eine erste Studie in Indien die Beziehung zwischen dem Output und dem Ernährungszustand nicht klar zeigen konnte, wurde sie in der Indonesien-Studie bewiesen.

Es bleibt noch immer ein Problem, intermediäre Techniken in solcher Menge zu entwickeln und anzuwenden, daß eine angemessene Produktivitätssteigerung bei hoher Vollbeschäftigung erreicht werden kann.

III.F.3. Luftschiffe als neue Transportmittel für ländliche Regionen

Es sollte geprüft werden, wie weit Luftschiffe in einfacher, robuster Bauweise für den Transport von Gütern in ländlichen Regionen benutzt werden könnten. Sie hätten folgenden Vorteil:

- In Anbetracht schnell steigender Benzinpreise ist der Lufttransport mit Flugzeugen vergleichsweise unökonomisch.

- Luftschiffe brauchen keine größeren Flugplatzinvestitionen; sie haben fast die gleiche Landefläche wie große Hubschrauber. Es kann sogar technisch vorteilhaft sein, daß solche kleinen Luftschiffe so konstruiert werden, daß sie zum Be- und Entladen nicht landen, sondern einfach einen Container an Seilen herablassen bzw. aufnehmen, wie das auch große Hubschrauber tun.

- Luftschiffe haben andererseits fast alle Vorzüge, die den Lufttransport im Zeichen billiger Benzinpreise attraktiv machte, vor allem:
  - keine Instandhaltungskosten für größere Straßen
  - relativ rasche Überwindung großer Entfernungen.

Sie dürften besonders rentabel sein in einer Übergangszeit, in der noch große Räume in Entwicklungsländern erschlossen werden, insbesondere für ein Land wie Brasilien mit weiten, unwegsamen Urwaldgebieten.

Dies sind einige zusätzliche Vorschläge, mit denen unser Globalziel, in ländlichen Entwicklungsregionen bessere Verkehrswege zu schaffen, erreicht werden kann. Sie liegen zwar außerhalb der Empfehlungen zur Verbesserung der Evaluierungs-Methodologie, aber sie bieten ebenso ein weites Feld für angewandte wissenschaftliche Forschung.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

In dieser Arbeit haben wir versucht, einige Richtlinien zu geben, die es erlauben, die Methoden zur Evaluierung von Straßeninvestitionen in Entwicklungsregionen zu vervollständigen.

1) Achtzig Prozent der armen Bevölkerung der Welt lebt in ländlichen Regionen. Die Methode, die man weithin für die Evaluierung von Straßen benutzt, ist jedoch in und für weitgehend industrialisierte, entwickelte Regionen gemacht worden. Sie muß angepaßt und erheblich erweitert werden; andernfalls können die schwerwiegenden Ungleichgewichte zwischen der Entwicklung in städtischen und ländlichen Regionen mit dem wichtigen Mittel der Straßeninvestitionen nicht überwunden werden.

   Wir gehen von der Annahme aus, dass, um regionale Disproportionen durch langfristige Entwicklungspolitik auszugleichen, ein gewisser Prozentsatz an Einkommenswachstum in einer ländlichen Region (mit im allgemeinen geringem Pro-Kopf-Einkommen) in gewissen Grenzen einen höheren Nutzen bringt als der gleiche Zuwachs in einer städtischen Region (mit überwiegend hohem Pro-Kopf-Einkommen).

2) Langfristige Wirkungen sind bei Straßen in ländlichen Entwicklungsgebieten von besonderer Bedeutung, weil dort das Straßennetz besonders dünn ist. Daher ist eine Straße für viele Folgeinvestitionen eine "conditio sine qua non". Es ist sehr wichtig, nichtökonomische Folge- und Nebenwirkungen einer Straße zu erfassen, weil erst sie es zulassen, daß die Wertschöpfung einer Region steigt. Rein wirtschaftliche Komplementärinvestitionen reichen nicht aus; solche auf sozialem und sogar politischem Gebiet sind nötig. Die wichtigsten Gruppen von nichtökonomischen Zusatzinvestitionen bzw. deren Wirkungen sind die folgenden: Erziehung, Gesundheit, Sozialversicherungen, Agrarreform.

Der "Nutzen in Form von potentieller Produktion" stellt einen Sonderfall zwischen nichtökonomischen und ökonomischen Nutzen dar. Langfristige und nichtökonomische Nutzen haben im allgemeinen einen größeren Anteil an den gesamten Nutzen, wenn es sich um Strassen in unterentwickelten ländlichen Regionen, als wenn es sich um Investitionen in entwickelten Regionen handelt.

3) Es ist nützlich, wenigstens drei Fälle zu unterscheiden, wenn man eine verbesserte Methodologie für Straßen in Entwicklungsregionen ausarbeitet. Sie sollten vor allem durch folgende Merkmale unterschieden werden:
   a) das Niveau der ökonomischen Tätigkeit
   b) das Verhältnis von erwartetem induzierten zu erwartetem gesamten Verkehr.

   Andernfalls bleiben die Evaluierungsmethoden so allgemein, daß sie nicht in praktische Empfehlungen für den Einzelfall übersetzt werden können.
   Straßen des Falles I haben die Merkmale: relativ dichtes Verkehrsnetz, relativ viel umgeleiteten Verkehr, wenig neugeschaffener Verkehr und Komplementärinvestitionen sind nicht notwendig.

   Straßen des Falles III sind das andere Extrem: wenig umgeleiteter Verkehr, Komplementärinvestitionen sind nötig, und die Straße ist die zeitlich erste Investition, welche merkliche Entwicklung ermöglicht. Fall II liegt dazwischen.

4) Der Terminus "Nutzen", der bei Evaluierungen verwandt wird, ist im allgemeinen nicht wohldefiniert. Falls man eine ziemlich konkrete, praxisnahe Definition verwendet, ist sie nicht vollständig; falls sie vollständig ist, ist sie zu abstrakt. Die Begriffsverwirrung zwischen allen Typen von "indirekten" und "sekundären" Nutzen ist u. a. deshalb so groß, weil man zu wenig über die Methoden weiß, mit denen man sie erfassen kann.

5) Wirkungen von Verkehrsinvestitionen können relativ vollständig und ohne Überschneidungen mit den folgenden Paaren von Kriterien definiert werden: "ökonomisch - nichtökonomisch", "direkt - indirekt", "einzelwirtschaftlich - gesamtwirtschaftlich" und "primär - sekundär". Alle größeren Gruppen von Wirkungen können dadurch in einen Alternativbaum mit 16 verschiedenen Möglichkeiten eingeteilt werden.

Die "tangiblen" und "intangiblen" Wirkungen spielen eine Sonderrolle: sie können unterteilt werden in monetäre, physisch-quantifizierbare und nicht quantifizierbare Effekte. Alle Arten von Wirkungen, die nicht primär, nicht direkt und nicht einzelwirtschaftlich sind, sind häufig schwer zu messen; dies sollte aber kein Grund sein, sie entfallen zu lassen, wenn man Straßen in ländlichen Gebieten bewertet. Die vier Paare von Klassifikationskriterien werden weitgehend nach den sozioökonomischen Methoden definiert, nach denen man die verschiedenen Wirkungen mißt.

6) Die Wertschöpfung (Maß A) ist das einzige vollständige Maß für die ökonomischen Wirkungen. Andere Maße, welche auf der Konsumentenrente basieren, sind zwar theoretisch umfassender, da sie auch nichtökonomische Nutzen messen. Sie sind praktisch aber sehr schwer zu messen. Masse, die die Kostenersparnisse ohne Einbeziehung der Netto-Konsumenten- bzw. Produzentenrente messen oder die auf der Schätzung von Bodenpreisen beruhen, sind lediglich unvollständige Ersatzmaße. Die Kostenersparnisse können als eine Determinante der Wertschöpfung aufgefaßt werden.

Die Methode, welche bisher am meisten benutzt wird, erfaßt Kostenersparnisse für die Benutzer - gemessen auf normalen Verkehr - plus Wachstum an Produktivität plus Wachstum an Beschäftigung von sonst unbeschäftigten Faktoren. Die letzteren beiden Summanden stellen die Nutzen dar, der dem neugeschaffenen Verkehr zuzuschreiben ist. Sie können auf adäquate Weise nur illustriert werden durch ein ökonomisches

Modell, das auf der Produktionstheorie basiert.

7) Die Messung der empfundenen Kostenersparnisse und die der Konsumentenrente sollte ergänzt werden durch einige Elemente des Vektors, der die R-Faktoren bestimmt. Das trifft vor allem zu, wenn man größere Straßen in Entwicklungsgebieten beurteilt, bei denen die Evaluierungskosten höher sein dürfen.

8) Die Messung des Nutzens als Volkseinkommen ist ein Ideal, das noch nicht annähernd erreicht worden ist, auch wenn man grösste ökonometrische Modelle benutzt. Die entscheidende Klippe ist folgende: zu simulieren, wie die Kostenersparnisse reinvestiert werden. Detaillierte Input-Output-Tabellen sind oft nicht erhältlich.

Das HARVARD-Simulationsmodell für Columbien zeigt, daß die Wertschöpfung in den ersten Jahren geringer ist als die empfundenen Transportkostenersparnisse und nach sechs Jahren beträchtlich größer wird. Das Modell selbst ist jedoch nur so gut wie seine Daten und Funktionen. Die Größen der Nutzendifferenz, die man mit diesen beiden grundsätzlichen Methoden mißt, und ihre Zuverlässigkeit müssen noch geprüft werden. Das von uns vorgeschlagene Testverfahren bringt nur langfristig zuverlässige Ergebnisse. Erst vor wenigen Jahren hat die Weltbank damit begonnen, Evaluierungen so anzulegen, daß die Zuverlässigkeit der Prognosemethoden anhand von begleitenden Evaluierungen geprüft werden kann.

9) Der Entwicklungsnutzen wird sehr oft gemessen durch das Dreieck B_2; die zahlreichen Annahmen, die dieser Methode zugrundeliegen, werden jedoch häufig nicht genannt. Erst die Theorie der Konsumentenrente und ihre Kritik liefern die dringend notwendigen theoretischen Grundlagen für die sachgemäße Messung der Flächen unter der Nachfragekurve für Verkehrsleistung.

Die wichtigsten Aggregate von Annahmen bei der Methode der Konsumentenrente sind die folgenden: keine Verschiebung der Verkehrs-Nachfragekurve und vollkommene Konkurrenz. Sie werden in der praktischen Evaluierung nicht genügend berücksichtigt. VAN DER TAK/RAY haben die einfache KR-Methode theoretisch erweitert. Sie haben jedoch die mögliche Verschiebung der Nachfragekurve nicht genügend berücksichtigt. BROWN/HARRAL haben diesen Mangel erstmals deutlich gemacht, aber noch keine Erweiterung des Modells vorgeschlagen.

10) Das produktionstheoretische Modell der Linearen Programmierung von ISRAEL stellt die theoretisch beste Methode dar, um die ökonomischen Nutzen einer Straße in einer landwirtschaftlichen Mikroregion zu bewerten. Es kann mit Leichtigkeit umgebaut werden, um andere Arten von Produktion zu messen. Es ist jedoch statisch und hängt sehr davon ab, welche Annahmen über die Wiederverwendung der Kostenersparnisse man macht. Sein großer Vorteil ist seine Vielseitigkeit: man kann es relativ leicht dazu benutzen, um einige der wichtigsten nichtökonomischen Wirkungen zu beurteilen. Auch können die ökonomischen Wirkungen von Komplementärinvestitionen wie landwirtschaftlichen Schulungsprogrammen oder Kreditsystemen gut simuliert werden, wenn genügend Daten vorhanden sind, um sie in Produktion zu übersetzen.

Alle Wissenschaftler, die sich um eine praktische Evaluierungsmethode für Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen bemühen, sollten dieses Modell als Grundlage benutzen. Es beweist vorzüglich, wie unzureichend die Methode der Kostenersparnisse in solchen Evaluierungen ist, und es zeigt, warum und wie die Methode der Wertschöpfung vermehrt benutzt werden sollte. Der größte Nachteil des Modells ist allerdings sein großer Bedarf an Daten. Es kann ökonomisch wirksam daher bislang nur benutzt werden, wenn ein gesamtes Programm von homogenen ländlichen Zubringerstraßen vorliegt.

11) Prognosen des zukünftigen Verkehrs mit Hilfe von Regressionsanalysen sind für ländliche Entwicklungsgebiete kaum möglich, weil es an genügend langen Zeitreihen fehlt. Die Übertragung von Daten aus einem Entwicklungsland auf ein anderes ist deshalb problematisch, weil sehr häufig die institutionellen Determinanten verschieden sind. Auch Querschnittsdaten, gewonnen im Jahr der Evaluierung, sind keine befriedigende Lösung, wenn man sie vergleicht mit den Möglichkeiten, die ein disaggregiertes Modell bietet, das wir im Abschnitt III.B. entworfen haben.

Aggregierte Prognoseverfahren sind zu grob; man kann oft eine Reihe von disaggregierten Daten sammeln, die in einem die Produktionstechnik berücksichtigenden Transportmodell zu einem wesentlich sicheren Prognoseergebnis führen können.

Simulationsmodelle wie das HARVARD-Modell haben zwar einen hohen Grad von Disaggregierung, sie sind aber zu kompliziert für einfache, relativ isolierte Straßen in ländlichen Entwicklungsregionen; sie sind nämlich konzipiert für ganze Verkehrssysteme mit konkurrierenden Verkehrsmitteln.

12) Das Modell der Konsumentenrente muß so erweitert werden, daß die Nachfragekurve für Verkehr sich verschieben kann. Wir haben dazu ein einfaches Modell entwickelt. Wenn die Verschiebungen in der Nachfragekurve völlig ohne Zusammenhang mit der Verkehrsinvestition stehen, m.a.W. exogen sind, so vergrößert sich lediglich der Nutzen, der dem normalen Verkehr zuzuschreiben ist. Das Dreieck B_2 bleibt weitgehend unverändert, ein zusätzlicher "Nutzen aus exogener Entwicklung" in Höhe eines Rechtecks ABFC (Figur II.C.(2a)) entsteht.

Wenn sich dagegen die Nachfragekurve für Verkehr deswegen verschiebt, weil sich die Angebotskurven der transportierten Güter aufgrund von Kapazitätserweiterungen nach rechts verschoben haben, so ist der Nutzenzuwachs teilweise der Straße zuzuschreiben. Dieser "Nutzen aus endogener Entwick-

lung" wird durch ein Dreieck oder Trapez gemessen, welches in Figur II.C.(2b) abgebildet ist. Ceteris paribus ist er größer als der "Nutzen aus exogener Entwicklung". Diese beiden zusätzlichen Nutzen werden langfristig immer anfallen. Sie müssen zum "Nutzen aus induziertem Verkehr", der traditionell durch B_2 gemessen wird, hinzugezählt werden; andernfalls unterschätzt man den Gesamtnutzen möglicherweise erheblich.

Bei dieser theoretischen Erweiterung des KR-Modells darf nicht übersehen werden, daß es praktisch unmöglich ist, die verschobene Nachfragekurve ex ante zu bestimmen, ohne genaueres über die Produktions- und Kostenfunktionen in einem Gebiet zu wissen. Es muß nämlich im einfachsten Falle versucht werden, aus den kurzfristigen Angebotskurven eine langfristige für den Fall "mit" bei allen transportierten Gütern zu bestimmen.

Die tatsächliche Form der Angebotskurven für Verkehr ist für unsere Fälle II und III wahrscheinlich die folgende: Sie hat eine zunehmende Steigung und ist im relevanten Bereich, bei geringem Transportvolumen, weitgehend preiselastisch. Die Nachfragekurve für Transport kann im relevanten Bereich wohl nahezu als Parallele zur Mengenachse angenommen werden. Es ist empfehlenswert, in der praktischen Evaluierung mindestens die Kurven für 3 repräsentative Jahre zu schätzen: Im Jahr vor der Investition, unmittelbar nach der Investition und im durchschnittlichen Jahr mit der Investition. Es hat aber keinen Zweck, weite Bereiche der Angebots- und Nachfragekurven für Verkehr schätzen zu wollen. Eine Vielzahl von verschiedenen Daten, welche es erlauben, einen relativ eng beschränkten Bereich mit relativ guter Prognosewahrscheinlichkeit zu bestimmen, sind das höchste, mit dem man in einer durchschnittlichen praktischen Evaluierung rechnen kann.

13) Teil III.A. haben wir wegen seiner Komplexität in zahlreichen Zwischenzusammenfassungen resumiert. Wir erwähnen hier nur noch die Ergebnisse in großen Linien.

Straßen des Falles I kann man dann allein mit dem Rechteck B_1 über dem normalen Verkehr bewerten, wenn der induzierte Verkehr extrem gering ist, weil z. B. das Verkehrsnetz schon relativ dicht ist. Wenn man nach erster Schätzung den Eindruck hat, daß ein kleiner, aber nicht unwesentlicher Teil von induziertem Verkehr auftreten wird, und wenn man geprüft hat, daß die Annahmen der einfachen KR-Methode relativ gut zutreffen, so sollte man die KR-Methode mit dem Dreieck B_2 verwenden. Einige Daten zur groben Schätzung eines möglichen induzierten Produktionszuwachses sollten die Daten aus dem Verkehrssektor auch bei Straßen des Falles I ergänzen. Das nähert sich dann schon den Grenzfällen zwischen I und II.

Die allgemeine Kritik an der unreflektierten, häufig angewandten Methode der Konsumentenrente betrifft bei Strassen des Falles II zwei Punkte: Marktvollkommenheiten müssen vermehrt berücksichtigt werden, und es muß geprüft werden, ob die Nachfragekurve etwa nichtlinear ist oder sich verschoben hat.

Hinter den Nutzenmaßen B_1 und B_2 stehen die Nutzenmaße A_{1i} und A_{2i} und I_{1i} und I_{2i} auf den Gütermärkten. Vollständig müßte der Nutzen auf den Gütermärkten an den vier Trapezen (a) bis (d) gemessen werden; praktisch wird es sein, sich auf die Trapeze (b) und (d) oder allein (d) zu beschränken, um T_i und damit B_2 zu bestimmen. Auch wenn man eine Vergleichsregion hat, sollte man T_i nicht einfach übernehmen, ohne die Vergleichbarkeit der Größen A_{1i} und A_{2i} bzw. I_{1i} und I_{2i} zwischen den beiden Regionen nicht wenigstens stichprobenhaft geprüft zu haben. Nur wenn man genügend über diese Größen weiß, kann man im Falle II die reflektierte KR-Methode verwenden.

14) Die zusätzliche Wertschöpfung, die man eventuell mit einem produktionstheoretischen Modell errechnet hat, entscheidet nur auf dem Weg über die Preiskonstellationen auf den Gütermärkten darüber, wie groß das importierte und das exportierte Transportvolumen ist. Diese Tatsache wird in den Lehrbüchern nicht genug beachtet. Daher herrscht auch eine weitverbreitete Unsicherheit über die Beziehungen zwischen der PZ- und der KR-Methode, und deshalb werden sie irrtümlicherweise als grundverschieden betrachtet. Auch wird die Schwierigkeit der Schätzung der Größe T_i dadurch immer unterschätzt.

Wenn man den Aufwand der Maßstäbe B_1 und B_2 und A_1 und A_2 vergleicht, so zeigt sich: wenn B_1 und B_2 detailliert bestimmt werden sollen, so müssen auch die A_{2i} (und evtl. I_{2i}) bestimmt werden; falls das vegetative Wachstum schwer prognostizierbar ist, so müssen evtl. sogar A_{1i} und I_{1i} geschätzt werden. Der Aufwand ist dann bei den beiden Gruppen von Maßstäben, die wir innerhalb der KR-Methode gebildet haben, der gleiche.

15) Da die Wertschöpfung X die Größen A_1 und A_2 und damit B_1 und B_2 nur indirekt beeinflußt, stellt sich die Frage: Wie weit lohnt es sich, die Größen zu bestimmen, welche die KR-Methode verlangt, wenn man mit der Größe X schon ein relativ vollständiges Maß für den Gesamtnutzen einer Straße hat? B_1 und B_2 enthalten zwar einige Nutzengruppen, die nicht in der Wertschöpfung ausgedrückt sind. Diese aber sind in Entwicklungsregionen von untergeordneter Bedeutung und ebenso schwer in die Nachfragekurve auf dem Verkehrsmarkt übersetzbar wie in Wertschöpfung. Zur Übersetzung der nichtökonomischen Nutzen braucht man Verfahren der Kosten-Wirksamkeit-Analyse. Die Methode des Produktionszuwachses ist nach den obigen Erörterungen die direktere Methode.

Es wurde ein kleines Modell entwickelt, um folgende Frage zu entscheiden: Gibt es eine Regel, welche entscheidet: Wenn der Anteil des induzierten am gesamten Verkehrsvolumen, T_i/T, über ein bestimmtes Maß hinaus wächst, dann ist es günstiger, nicht mehr eine der Varianten der KR-Methode zu benutzen, sondern die direkte PZ-Methode anzuwenden, um die Evaluierungskosten zu minimieren.
Wir haben eine solche Entscheidungsregel aufgestellt; diese Regel konnte jedoch nur im Modell unter gewissen vereinfachten Annahmen gegeben werden. Wenn T_i/T bei einer hohen Prognosegenauigkeit G eine gewisse kritische Größe A % überschritt, so mußte man von der KR-Methode zur PZ-Methode überwechseln bzw. sie nach vorausgehenden Schätzungen von vornherein wählen. Ebenso galt: wenn bei einer geringeren Prognosegenauigkeit T_i/T B % überschritt, so mußte die PZ-Methode gewählt werden, wobei B % >A %. Die KR-Methode ist also ceteris paribus günstiger auf einem niedrigeren Niveau von T_i/T.

16) Für die Entscheidung zwischen den verschiedenen Nutzenmaßstäben innerhalb der KR-Methode für die praktische Evaluierung von Straßen des Falles II haben wir Regeln angegeben, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

$B_1 + A_2$ ist fast immer vor $A_1 + A_2$ vorzuziehen; denn die Größe B_1 ist, wenn das vegetative Wachstum gering ist, relativ leicht und zuverlässig durch Statistiken erfaßbar. Die Entscheidung zwischen $B_1 + B_2$ und $B_1 + A_2$ folgt folgender Art von Regel: Wenn T_i/T klein ist, so ist ceteris paribus $B_1 + A_2$ vorzuziehen, - vorausgesetzt, daß $T_i^I \tilde{=} T_i^E$ ist.

Diese Maße sollten für die praktische Anwendung ergänzt werden durch einige Größen wie die einbehaltenen Kostenersparnisse und evtl. die Produzentenrente für die Verkehrsunternehmer. Für die ex-post Evaluierung kann man evtl. das Maß NN_2' benutzen. Ex-ante jedoch wird man im

Normalfall lediglich mit dem Maß $NN'_3 = B_1 + A_2 +$ "einbehaltene Kostenersparnisse" evaluieren. Einige Kennzahlen und statistische Durchschnittswerte sollten entwickelt werden, damit die Transportkosten, der Produktionszuwachs und andere Schlüsselvariablen im Laufe der Zeit leichter verglichen werden und dadurch Kosten gespart werden können.

17) Schließlich schlagen wir vor, die Vorzüge der PZ- und der KR-Methode dadurch zu vereinen, daß man beide geschickt kombiniert. Man mißt den Nutzen daher in einigen Sektoren der Regionalwirtschaft in Form von Kostenersparnissen einschließlich der Konsumentenrente; bei anderen Sektoren, die eine relativ große Bedeutung in der Regionalwirtschaft haben, mißt man den Nutzen als Produktionszuwachs. Dies gilt auch, wenn man eine hohe Genauigkeit der Nutzenerfassung anstrebt und hohe Evaluierungskosten in Kauf nehmen kann.

18) Wenn die Annahmen der KR-Methode zu weit von der Realität abweichen, so muß die PZ-Methode gewählt werden. Im Kapitel III.B. zeigten wir, welche Daten zur praktischen Prognose des Produktionszuwachses erfaßt und wie sie kombiniert werden sollen. Unser Schema liegt auf der Mitte zwischen der übereinfachen und den überkomplizierten Methoden der Messung des Zuwachses an Wertschöpfung. Nach diesem Schema kann dann ein Standardmodell für die Straßen des Falles III zusammengebaut werden bzw. kann die Wertschöpfung auf manuelle Weise berechnet werden. Wir zeigten dies anhand von zwei Flußschemata und zwei Gruppen von Tabellen. Sie bilden sozusagen das Fleisch auf dem Gerippe der Theorie, das wir bis daher hergeleitet haben.

Falls ein Computermodell gebaut wird, sollte es folgende Qualitäten haben: es sollte Sensitivitätsanalysen erleichtern und einfache Iterationsrechnungen durchführen können. Zur Zeit existieren noch keine derartigen computerisierten Modelle für ländliche Zubringerstraßen. Die Weltbank ist

dabei, ein ähnliches Modell zu entwickeln. Bis es genügend getestet ist, dürften etwa 10 Jahre nötig sein. Entscheidend wird dabei sein zu testen, welche Gruppe von Variablen in welcher Kombination am geeignetsten ist, um die Umsetzung von Verkehrsersparnissen in Produktion relativ zuverlässig und gleichzeitig kostengünstig zu reflektieren. Hierzu werden ebenfalls in der Weltbank langfristige Vergleichsstudien zwischen ex-ante und ex-post Evaluationen gemacht.

19) Die wichtigsten Zusatzinvestitionen, die eine ausländische Entwicklungshilfe-Organisation finanzieren kann, ohne sich in die inneren Angelegenheiten der Empfängerländer zu mischen, könnten folgende sein:

1) Landwirtschaftliche Schulungsprogramme
2) Gemeindeentwicklungsprogramme
3) Einrichtung von Vermarktungsgenossenschaften
4) Einrichtung von Kreditgenossenschaften oder landwirtschaftlichen Entwicklungsbanken.

20) Im Abschnitt III.C. zeigten wir, auf welche Weise nichtökonomische Wirkungen durch die Kosten-Wirksamkeits-Analyse bewertet werden können. Dieser Ansatz ist weiter als der der Übersetzung von nichtökonomischen in ökonomische Wirkungen, denn nicht immer gelingt diese Übersetzung. Es gibt Wirkungen, die das Wohlfahrtsniveau direkt anheben, - wie die Einführung einer Altersversicherung. Es gibt außerdem Wirkungen, die einen autonomen, nichtökonomischen Teil haben.

Wir haben verschiedene Teilmodelle der KW-Analyse diskutiert und daraus einen Vorschlag gemacht, welches Grundmodell man für die praktische Evaluierung von ländlichen Zubringerstraßen verwenden sollte. Wir zeigten weiterhin, auf welche Weise die KW-Analyse als eine kostengünstige Version des produktionstheoretischen Ansatzes zur Übersetzung von sozialen Effekten betrachtet werden kann.

Es ist angebracht, die KW-Analyse eines Projekts mindestens aufzuteilen in ein ökonomisches und ein nichtökonomisches Teilmodell. Um die unterschiedlichen Meßgenauigkeiten bei der Erfassung der Wirkungen von verschiedenen Komplementärinvestitionen zu berücksichtigen, haben wir ein einfaches Verfahren vorgeschlagen: Die Wirkungen sollen in drei Gruppen (a) bis (c) eingeteilt und so gewichtet werden, daß die am wenigsten quantifizierbaren Kriterien die niedrigste Gewichtung erhalten.

21) Das STANLEY-Modell hat den Nachteil, daß es sehr subjektiv ist; es kommt jedoch mit extrem wenig Daten aus und wird daher der prekären Daten-Situation gerecht, die in den meisten Entwicklungsregionen vorherrscht. Es könnte vor allem zur Vorevaluierung verwendet werden.

Zur genaueren, umfassenden Evaluierung schlugen wir im Abschnitt III.C.10. ein eigenes Modell vor und veranschaulichten es durch Zahlenbeispiele. Es kann bei ländlichen Entwicklungsstraßen des Falls II (falls erhebliche nichtökonomische Wirkungen vorliegen), vor allem aber solchen des Falles III (bei ländlichen Zubringerstraßen und Penetrationsstraßen) angewendet werden.

22) Im Abschnitt III.D. schlagen wir vor

- gewisse Daten durch Experten schätzen zu lassen, anstatt sie statistisch zu erheben,
- Datensammlung durch Luftaufnahmen zu erleichtern und
- zentrale Datenbanken zu errichten.

Wir unterscheiden Primär- oder Basisdaten, Daten mittlerer Aggregation und Daten hohen Aggregationsgrades. Die Feld-Befragungen und die Experten-Befragungen müssen so kombiniert werden, daß ein gegebener Prozentsatz der Kosten für Datenbeschaffung im Verhältnis zu den Konstruktionskosten nicht überschritten wird.

Daten mittleren Aggregationsniveaus eignen sich am besten für Expertenschätzungen. Insbesondere sollten Daten über Märkte außerhalb der Entwicklungsregion, über Produktionskosten und zahlreiche prognostizierte Werte, für welche kompliziertere Verfahren nötig sind, von Sachkennern geschätzt oder durch geschickte Kombination aus einem Minimum an Basisdaten errechnet werden. Die Delphi-Methode ist das geeignete Verfahren, um solche Schätzungen intelligent auszuwerten.

Datenerhebung durch Luftaufnahmen eignet sich besonders in Fällen von Erschließungsstraßen, bei denen der Produktionszuwachs eine große Rolle spielt.

Zentrale Datenbanken sollten eingerichtet werden, denn sie sind ein sehr brauchbares Mittel, um die Evaluierungskosten erheblich zu senken.

23) Eine Optimist-Pessimist-Best-Analyse zur Bewältigung von unsicheren Daten reicht häufig nicht aus, um das Risiko eines Projektes angemessen zu beschreiben. Mit vollständigen Risikoanalyse-Modellen hat die Weltbank schon reichliche und gute Erfahrungen gesammelt. Sie sind jedoch nur anwendbar bei großen Straßenprojekten des Falles I; bei LZ-Strassen halten wir sie aus Kostengründen nur für einsetzbar, wenn ein ganzes Programm von mehreren, zwar kleineren, aber homogenen LZS vorliegt[1]. Bei LZ-Straßen wird es oft jedoch noch Schwierigkeiten machen, ausreichende Angaben über das Risiko der einzelnen Variablen zu erhalten. Daher haben wir einige Vorschläge für eine vereinfachte Form der Risiko-Analyse gemacht. Aus der Menge der benutzten Variablen wird zunächst die Untermenge derer herausgesucht, die relativ riskant sind. Die Sensitivitätsanalyse wird dadurch

---

1) Sie eignet sich außerdem zur Vorevaluierung von Projekten beider Typen und für "Grenzprojekte".

vereinfacht, daß man lediglich eine 10 %-Variation vornimmt oder die Sensitivität sogar nur von Experten schätzen läßt. Danach entscheidet man, für welchen Teil der gleichzeitig riskanten und einflußreichen Variablen man nur noch die Wahrscheinlichkeitsverteilungen schätzen läßt. Dadurch wird man möglicherweise so viel Aufwand sparen können, daß diese Art von VRA auch bei kleineren Projekten eingesetzt wird, wo das Risiko groß ist, aber die hohen Evaluierungskosten seine Berücksichtigung bisher verhinderten.

24) Einige ergänzende Empfehlungen zur Behandlung von kleinen Straßen in landwirtschaftlichen Entwicklungsregionen schließen die Arbeit ab. Beim Bau und bei der Instandhaltung sollten lokale Behörden größere Verantwortung erhalten, nachdem die Bevölkerung durch Rundfunk- und Fernsehschulung vorbereitet sind. Einfachere, arbeitsintensivere Bauweisen (intermediäre Techniken) sollen erforscht werden. Die Vorteile höherer Beschäftigung der ländlichen Bevölkerung sollen auch in den Evaluierungen zum Ausdruck gebracht werden. Schließlich sollte wissenschaftlich untersucht werden, ob sich Luftschiffe als Transportmittel für ländliche Räume eignen.

25) Wir hoffen, mit dieser Arbeit gezeigt zu haben, an welchen Punkten die Evaluierungstechnik für Straßen in Entwicklungsregionen verbessert werden kann, und mit einigen neuen Ansätzen selbst dazu beigetragen zu haben.

(Gut 1 und Saison 1)

Jahr	Fläche (aus Tabelle 2)		Hektarertrag (aus Tabelle 2)		Gesamtproduktion der Region in to		Preis ab Farm	Erlöse aus der Produktion ab Farm (aus Tabelle 3)		Kosten der Produktion		Wertschöpfung (Erlöse minus Kosten)		Zuwachs zur Wertschöpfung im Vergleich zum Vorjahr
	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit		ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Letztes Jahr des Untersuchungszeitraums

ANNEX 1 zu III.B.2. Tabelle 1: Landwirtschaftliche Situation ohne und mit dem Projekt

	Im Jahr					
	0	1	2	3	...	10
A. Bebaute Flächen in Hektar von						
Gut 1 Reis						
Gut 2 Zuckerrohr						
Gut 3 Soja						
Gesamte bebaute Fläche						
B. Erträge in Tonnen pro Hektar						
Gut 1						
Gut 2						
Gut 3						
C. Gesamte Produktionskosten pro Hektar (aus Tabelle 6)						
Gut 1						
Gut 2						
Gut 3						

ANNEX 1 zu III.B.2. Tabelle 2: Produktionsstruktur, Hektarerträge und Produktionskosten

	Im Projektjahr				
	1	2	3	...	10
A. Erlös					
Produkt 1					
Produkt 2					
Produkt 3					
Gesamter Erlös					
B. Produktionskosten [1]					
Produkt 1					
Produkt 2					
Produkt 3					
Gesamte Produktionskosten					
Nettoerlös					

1) Mit oder ohne Abschreibung und Schuldendienst, je nach Differenziertheit der Produktionstechnik und Statistik (aus Tabellen 2 und 6)

ANNEX 1 zu III.B.2. Tabelle 3: Erlöse und Produktionskosten der Landwirte

Investitionsprojekte	Verantwortliche Behörde	Jahr 1	Jahr 2	...	Gesamt
1. Ländliche Zubringer-Straßen					
2. Landwirtschaftliche Ausbildungsprogramme					
3. Vermarktung					
4. Bewässerung					
5. Kreditgewährung					
⋮					
Summe					

ANNEX 1 zu III.B.2. Tabelle 4: Investitionskosten für das Investitionspaket

	Im Projektjahr						
	1	2	3	..	..	..	..
A. Zusätzliche Erlöse							
Produkt 1							
2							
3							
:							
Gesamt							
B. Zusätzliche Produktionskosten							
1. Arbeit							
2. Andere Produktionskosten							
Gesamt							
C. Zusätzlicher Nettoerlös							
D. Investitionen							
1. Arbeit							
2. Andere							
Gesamt							
E. Zusätzliche ökonomische Nutzen							

Intere Zinsrate = ... %

ANNEX 1 zu III.B.2. Tabelle 5: Zusammengefaßte Tabelle:
Ökonomische Kosten-Ertrags-Kennziffer, z. B. Intere Zinsrate

	Gut 1		Gut 2		Gut 3	
I. Allgemeine Produktionskosten	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
1. Löhne						
2. Zinsen						
3. Maschinen						
4. Energie						
5. Saatgut						
6. Düngemittel						
7. Bodenrente						
II. Transportkosten auf Inputs						
1. Maschinen						
2. Energie						
3. Saatgut						
4. Düngemittel						
5. Personentransport						
III. Transportkosten auf Outputs						
IV. Produktionskosten insgesamt						
V. Anteil der Transportkosten an den Gesamt-Produktionskosten in Prozent						

ANNEX 1 zu III.B.2. Tabelle 6: Produktionskosten einschließlich Transportkosten
a) für Inputs ; b) für Outputs

Annex 2, zu III.B.2.

Ökonomische und soziale Hintergrunddaten zur Schätzung der Induzierten Wertschöpfung.

Tabelle I. Allgemeine Daten über die Mikroregion der landwirtschaftlichen Zubringerstraße (Daten vor der Investition)

1. Geplante Länge und Oberfläche der Straße (in km).
2. Länge und Zustand der bisherigen Verkehrsverbindung (in km).
3. Geschätztes Einflußgebiet (Einflußzone) oder Einflußgebiet, das für Zwecke der Studie definiert wird, in km^2.
4. Bevölkerung und Bevölkerungsdichte in der Einflußzone (Bevölkerung pro km^2, evtl. gesondert für verschiedene Gebiete in der Einflußzone).
5. Davon Prozentsatz der in der Landwirtschaft tätigen Bevölkerung (wird zwischen 70 % und 90 % liegen).
6. Prozentsatz von Analphabeten.
7. System von Eigentum und Besitz des bebaubaren Landes (Pachtsysteme etc., Größe der landwirtschaftlichen Einheiten).
8. Vorwiegende Produktion in der Einflußzone (Ackerbauprodukte und Viehzucht, ohne Zahlen, nur verbal deskriptiv).

Dazu kommen noch allgemeine Daten wie über Bodenschätze, Klima, landwirtschaftliche Nutzbarkeit des Bodens etc..

Annex 2 zu III.B.2.

Tabelle II: Allgemeine Daten zur Schätzung des ökonomischen Wachstums (Durchschnitte basierend auf den Zahlen der letzten 5 bis 10 Jahre)

1. Reales Wachstum der Produktion bei den wichtigsten Produkten in den letzten 5 bis 10 Jahren oder
2. Wachstum der Bevölkerung pro km^2, evtl. in verschiedenen Teilen der Einflußzone (in den letzten 5 bis 10 Jahren).
3. Geschätztes Wachstum der Produktivität in der Landwirtschaft.
4. Entwicklung der Alphabetenrate.
5. Veränderungsrate der in der Landwirtschaft tätigen Bevölkerung.

Annex 2 zu III.B.2.

Tabelle III: Allgemeine Daten über Institutionelle und Soziologische Faktoren, die die Entwicklung behindern und zu denen Komplementär-Investitionen gemacht werden können[1)]

Direkt meßbare Faktoren:

1. Qualität der landwirtschaftlichen Schulungsprogramme.
2. Angemessenheit des Zugangs zu Kreditinstituten.
3. Angemessenheit der Vermarktungs-Möglichkeiten.
4. Flexibilität in der landwirtschaftlichen Betriebsgröße.
5. Flexibilität für Subsistenzwirtschaft.

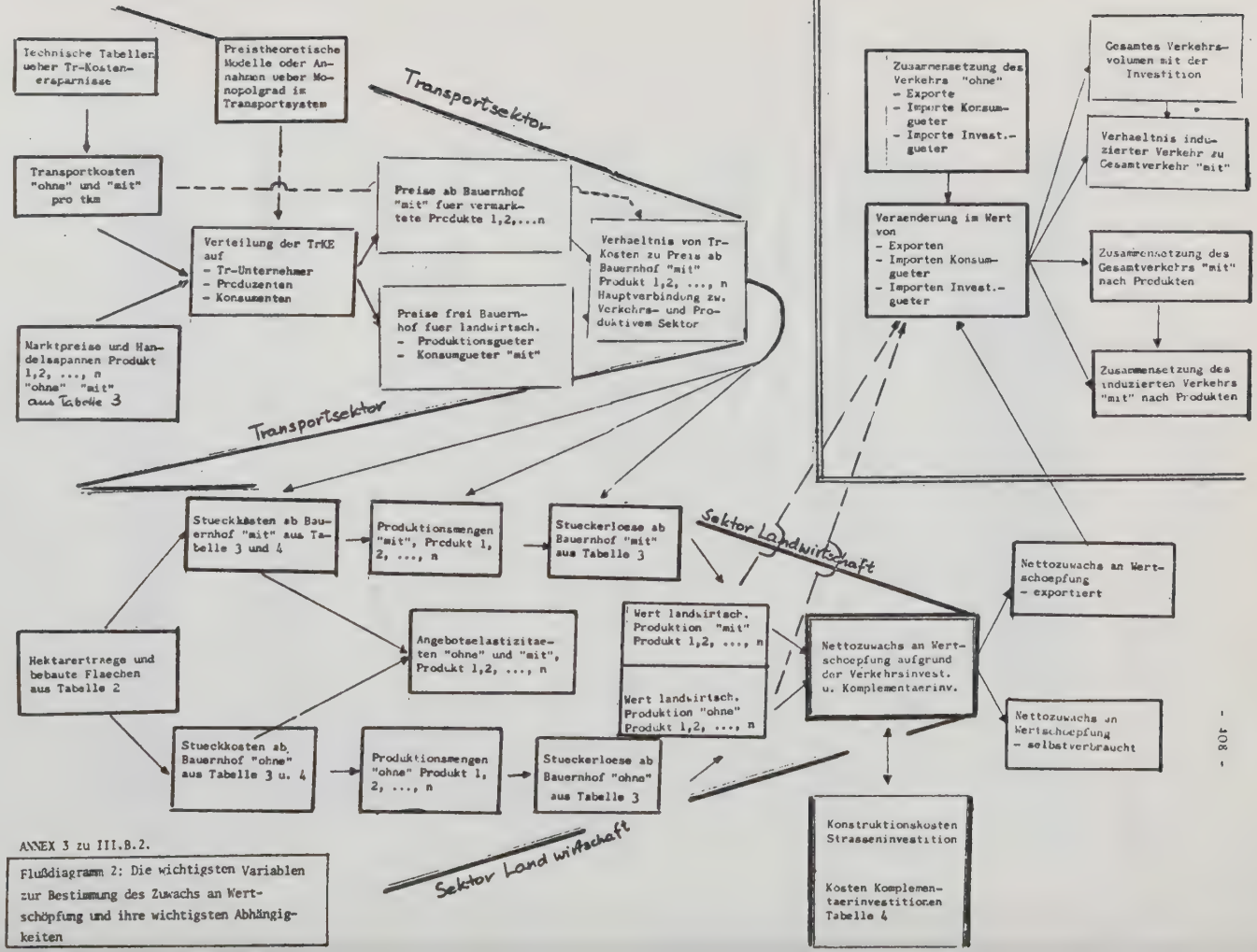
Dementsprechend können u. a. folgende Arten Zusatzinvestitionen bzw. institutionelle Änderungen evaluiert werden, welche indirekt in zusätzliche Produktion übersetzt werden können.

1. Landwirtschaftliche Schulungsprogramme
2. Programme zur Einrichtung von Kreditgenossenschaften und landwirtschaftlichen Entwicklungsbanken.
3. Programme zur Einrichtung von Vermarktungs-Genossenschaften.
4. Landreform-Programme.

Für alle geplanten Programme sind die Kosten zu schätzen.

---

1) Eine genauere Darstellung hierzu enthält ISRAEL, Arturo: Appraisal Methodology for Feeder Road Projects, IBRD-Working Paper No. 70, Washington 1970, S. 30 ff.



ANNEX 3 zu III.B.2.

Flußdiagramm 2: Die wichtigsten Variablen zur Bestimmung des Zuwachs an Wertschöpfung und ihre wichtigsten Abhängigkeiten

Verzeichnis der Figuren, Tabellen und Flußdiagramme

Figuren	Seite
I.A.(1)	23
I.A.(2)	24
I.A.(3)	37
I.A.3.(1)	59
I.A.3.(2)	61
I.A.3.(3)	62
I.A.3.c.(2)	74
I.A.(4)	81
I.C.(1)	105
II.A.(1)	122
II.A.(2)	124
II.A.(3a)	129
II.A.(3b)	131
II.A.(4)	143
II.B.(1)	162
II.B.(2)	167
II.C.(1)	177
II.C.(2a)	181
II.C.(2b)	182
II.C.(3)	186
II.C.(4)	190
II.C.(5)	195
II.C.(6)	197
II.C.(7)	199
III.A.(1)	206
III.A.(2)	215
III.A.3.(1)	221
III.A.3.(2)	223
III.A.3.(3)	225
III.A.3.(4)	228

Figuren

	Seite
III.A.3.(5)	230
III.A.3.(6)	232
III.A.3.(7)	238
III.A.3.(8)	242
III.A.3.(9)	251
III.A.3.(10)	256
III.A.3.(11)	257
III.A.3.(12)	269
III.C.(1)	304
III.C.(2)	307
III.C.(3)	315
III.D.(1)	344
III.D.(2)	347
III.E.(1)	358
III.E.(2)	373
III.E.(3)	374

Tabellen

I.A.(1)	33
I.A.3.(1)	52
I.C.(1)	100
I.C.(2)	107
III.A.(1)	139
III.B.(1)	164
III.C.(1)	313
III.C.(2)	318
III.C.(3)	327
III.C.(4)	337
III.C.(5)	338
III.C.(6)	340
III.E.(1)	369
III.E.(2)	371

Flußdiagramme	Seite
I.B.(1)	96
Nr. 1	289

Literaturverzeichnis

ADELMAN, Irma und MORRIS, Cynthia. T.

An Econometrical Model of Socio-Economic and Political Change in Underdeveloped Countries.
In: Proceedings of the Association for Comparative Economics, Dezember 1967.

ADLER, Hans A.

Economic Appraisal of Transport Projects.
Bloomington/London 1971, Indiana University Press.

ADLER, Hans A.

Sector and Project Planning in Transportation.
World Bank Staff Occasional Paper No. 4, Baltimore und London, 1967.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO (BNDE) und DNER und USAID

Apresentacão de Projectos de Estradas Rurais ou Vicinais.
Manual, Rio de Janeiro, 1972.

BECKMANN, Martin

Economics of Transportation.
New Haven, 1959.

BETH, Hans Ludwig

Ökonomische Grundlagen der Planung von Straßen.
Berlin, 1966.

BROWN, Robert T. and HARRAL, Clell G.

Estimating Highway Benefits in Underdeveloped Countries.
Transportation Research Board, Record No. 115, Washington, D.C., 1966.

DASGUPTA, A.K. und PEARCE, D.W.

Cost-Benefit-Analysis, Theory and Practice.
London, 1972.

DODSON, E.N.

Cost-Effectiveness in Urban Transporation.
In: Operations Research, Vol. 17 (1969), S. 373 ff.

ECKENRODE, Robert T.

Weighting Multiple Criteria.
Management Science, Vol. 12, No. 3, Nov. 1965, Providence, U.S.A.

ECKSTEIN, Otto

Water Resource Development, The Economics of Project Evaluation.
Cambridge, Mass., 1958.

EGGELING, G.

Die Nutzen-Kosten-Analyse - Theoretische Grundlagen und praktische Anwendbarkeit - dargestellt an einem Straßenbauprojekt.
Göttingen, 1969.

ENGLISH, John Morley

- Introduction. In: Cost-Effectiveness ...
- Role of Probability. In: Cost Effectiveness Studies.: In: Cost Effectiveness ..., S. 33 ff.
- Concepts of System Resource Requirements. In: Cost Effectiveness, The Economic Evaluation of Engineerd Systems, New York 1968, John Wiley and Sons.

FELDSTEIN, M.S.

The Social Time Preference Discount Rate in Cost-Benefit-Analysis.
In: Economic Journal, June 1964.

FRERICH, Johannes

Die regionalen Wachstums- und Struktureffekte von Autobahnen in Industrieländern.
Berlin, 1974.

FRERICH, Johannes und PÖTZSCH, Rainer

Theoretische Grundlagen der Kosten-Nutzen-Analyse für Verkehrsinvestitionen.
Bonn 1970. Gesellsch. für Wirtschafts- und Verkehrswissenschaftliche Forschung.

GEORGI, Hans

Cost-benefit-analysis als Lenkungsinstrument öffentlicher Investitionen im Verkehr.
Göttingen 1970.

GOLDMAN, Th. A. (Ed.)

Cost-Effectiveness-Analysis, New Approaches in Decision Making.
3rd Printing, New York 1969.

HAEFELE, E.T. (Ed.)

Transport Planning and National Goals.
The Brookings Institution, Washington D.C., 1969.

HARRAL, Clell G.

Preparation and Appraisal of Transport Projects.
Washington D.C., US Department of Transportation.
1968.

HAWKINS, Edward K.

Road Transport in Nigeria.
London, Oxford University Press, 1958.

HEINZE, Wolfgang

Der Verkehrssektor in der Entwicklungspolitik.
München 1967.

HICKS, J.R.

A Revision of Demand Theory.
Oxford, Clarendon Press, 1956.

HIRSCH, Leon V. and BERGMAN, Barbara
in: WILSON, George W.

The Impact of Highway Investment on Development.
Brookings-Institution, Washington 1966.

IBRD (International Bank für Reconstruction and Development)

Rural Development.
World Bank Sector Policy Paper, Washington,
February 1975.

IBRD (International Bank for Reconstruction and Development)
(Hrsg.)

Study of Substitution of Labor and Equipment in
Civil Construction.
Phase II, Final Report.
IBRD-Working Paper No. 172, 3 Bände,
Washington, January 1974.

IBRD (International Bank for Reconstruction and Development)
(Hrsg.)

Nutrition and Health of Indonesian Construction
Workers: Endurance and Anemia.
IBRD-Staff Working Paper No. 152,
Washington, April 1973.

INTER-AGENCY COMMITEE ON WATER RESOURCES
Subcommitte on Evaluation Standards
Government Printing Office

Proposed Practices for Economic Analysis of River Basin Projects.
Washington D.C., Government Printing Office 1958.

ISRAEL, Arturo

Appraisal Methodology for Feeder Road Projects.
IBRD Economics Department Working Paper No. 70,
Washington D.C., March 1970.

JESSIMAN, W. (et alii)

A Rational Decision Making Technique for Transportation Planning.
In: Transportation Systems Analysis and Evaluation of Alternate Plans, Highway Research Record No. 180,
Washington D.C., 1967, S. 71 ff.

KRELLE, Wilhelm

Preistheorie.
Tübingen 1961.

LITTLE, Arthur D. (Ed.)

Cost-Effectiveness in Traffic Safety.
New York 1968.

de LUCIA, Russel et al.

Systems Analysis of Rural Transportation.
IBRD Economics Department Working Paper No. 77,
Washington D.C., May 1970.

MARGLIN, Stephen A.

The Social Rate of Discount and Optimal Rate of Investment.
In: Quarterly Journal of Economics, Mai 1963.

MARGOLIS, J.

Secondary Benefits, External Economies and the Justification of Public Investments.
In: The Review of Economics and Statistics,
Bd. 39, 1957, S. 284-291.

MASSÉ, Marcel

Secondary Effects and Project Appraisal.
IBRD Economics Department Working Paper No. 58,
Washington D.C. 1970

McKEAN, R.N.

Efficiency in Government Through Systems Analysis.
New York 1967.

MEADE, J.E.

External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation.
In: Economic Journal, Bd. 62, 1952, S. 54-67.

MEYER, John R. und STRASZHEIM, M.R.

Techniques of Transport Planning.
Vol. I, The Brookings Institution, Washington D.C. 1971.

MEYKE, Udo

Cost-Effectiveness-Analysis als Planungsinstrument (Unter besonderer Berücksichtigung von Infrastrukturinvestitionen im Verkehr).
Göttingen 1973.

MISHAN, E.J.

What is Producer Surplus?
American Economic Review, December 1968.

MOHRING, Herbert

Land Values and the Measurement of Highway Benefits.
In: Journal of Political Economy, 69 (1961), S. 236-249.

MOHRING, Herbert und HARWITZ, M.

Highway Benefits, an Analytical Framework.
Chicago, Northwestern University Press, 1962.

NEUFVILLE, Richard de

Cost-Effectiveness Analysis of Civil Engineering Systems: New York City's Primary Water Supply.
In: Operations Research, Vol. 18 (1970), S. 785 ff.

NEUFVILLE, Richard de und STAFFORD, Joseph, H.

Systems Analysis for Engineers and Managers.
New York 1971, McGraw Hill.

ODIER, Lionel

The Economic Benefits of Road Construction and Improvements.
Paris 1963.

POULIQUEN, Louis Y.

Risk Analysis in Project Appraisal.
World Bank Staff Occasional Papers No. 11,
Baltimore and London, 1970.

REUTLINGER, Shlomo

Techniques for Project Appraisal under Uncertainty.
World Bank Staff Occasional Papers No. 10,
Baltimore and London.

ROBERTS, Paul O. and KRESGE, David T.

Techniques of Transport Planning, Band II:
Systems Analysis and Simulation Models.
The Brookings Institution, Washington D.C. 1971.

ROBERTS, Paul O. and KRESGE, David T.

Transport for Economic and Social Development.
American Economic Association - Papers and
Proceedings, 1968.

ROBERTS, Paul O., KRESGE, David T., MEYER, John R.

An Analysis of Investment Alternatives in the
Colombian Transport System.
Transport Research Program, Final Report,
Harvard University, Cambridge Mass., Sept. 1968.

SCHIMPELER, Charles C. und GRECCO, William L.

Systems Evaluation: An Approach Based on Community
Structure and Values.
Highway Research Record No. 238,
Highway Research Board, Washington D.C. 1968.

SCHÖHL, Wolfgang und LEITÃO, Carlos E.

Propostas para Complementar os Métodos de
Avaliacão de Estradas Rurais.
Rio de Janeiro, Jan. 1976.

SEIDENFUS, H.St.

Social Costs in der Verkehrswirtschaft.
In: Beiträge zur Verkehrstheorie und Verkehrs-
politik, Festgabe für Paul Berkenkopf,
Düsseldorf 1961, S. 140 ff.

SPARY, Peter

Wachstums- und Wohlstandseffekte als Entscheidungs-
kriterien bei öffentlichen Straßenbauinvestitionen.
Berlin 1968.

STANLEY, W.R.

Evaluating Construction Priorities of Farm-to-Market Roads in Development Countries: a Case Study.
Transportation Geography: Comments and Readings, McGraw Hill, New York, 1974.

STEINER, Henry M.

Mexican Social Roads.
International Development Review, Vol. 8, No. 3, 1966.

STOKES, Charles

Transportation and Economic Development in Latin America.
New York 1968.

STOLBER, Walter Bruno

Nutzen-Kosten-Analysen in der Staatswirtschaft; Wasserwirtschaftliche Projekte.
Göttingen 1968.

VAN DER TAK, Herman und RAY, Anandarup

The Economic Benefits of Road Transport Projects.
World Bank Staff Occasional Papers, N. 13, Baltimore and London 1971.

VAN DER TAK, Herman und DE WEILLE, Jan

Reappraisal of a Road Project in Iran.
World Bank Staff Occasional Papers No. 7, Baltimore and London, 1969.

VOIGT, Fritz

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Verkehrssystems.
Berlin 1960.

VOIGT, Fritz

Verkehr. Band 1, 1. Hälfte: Die Theorie der Verkehrswirtschaft.
Dunker & Humblot, Berlin 1973.

VOIGT, Fritz

Entwicklungshilfe und Entwicklungspolitik.
Manuskript, Bonn 1967.

VOIGT, Fritz

Theorie der regionalen Verkehrsplanung - Ein Beitrag zur Analyse ihrer wirtschaftlichen Problematik.
Berlin 1964.

VOIGT, Fritz

Entwicklung ländlicher Räume.
Bonn, Eichholz 1974.

VOIGT, Fritz

Die Bedeutung des Verkehrssystems für wirtschaftliche Entwicklungsprozesse.
Economic Commission for Africa, Addis Abeba, Dec. 1967.

VOIGT, Fritz

Der Bedarf als Maßstab der Verkehrspolitik.
Manuskript, Bonn 1970.

VOIGT, Fritz

Die Bedeutung des Verkehrssystems für die Entwicklung ländlicher Räume.
Bonn 1975.

WALTERS, Alan A.

The Economics of Road User Charges.
World Bank Staff Occasional Papers No. 5,
Baltimore, John Hopkins Press, 1968.

De WEILLE, Jan

Quantification of Road User Savings.
World Bank Staff Occasional Papers No. 2,
Baltimore and London, 1966.

De WEILLE, Jan and MILLER, Leon H.Jr.

Dahomey Land Transport Study Models.
IBRD Economics Department Working Paper No. 87,
Washington D.C., Sept. 1970.

De WEILLE, Jan and MILLER, Leon H.Jr.

Sudan Transport Study Model.
IBRD Economics Department Working Paper No. 93,
Washington D.C., Nov. 1970.

WOHL, MARTIN und MARTIN, Brian

Traffic Systems Analysis for Engineers and Planners.
McGraw Hill Book Co., New York 1967.

Lebenslauf

Wolfgang Wilhelm SCHÖHL, geboren am 28. Dez. 1944 in Liegnitz (Schlesien). Altsprachliches Gymnasium in Darmstadt. Wehrdienst. Wirtschaftliches Praktikum bei Farbwerke Hoechst AG, Frankfurt.
1966 - 1972 Studium der Volkswirtslehre in Bonn, Abschluß als Diplom-Volkswirt
Frühjahr 1972 - Herbst 1973 Doktorandenstipendium in Volkswirtschaftslehre
Herbst 1973 - Frühjahr 1976 Wissenschaftlicher Berater (GAWI-Experte) und Projektleiter an einem wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Forschungsinstitut in Rio de Janeiro, Brasilien
Nov. 1976 Promotion
Frühjahr 1976 - Herbst 1977 Länderökonom beim Internationalen Währungsfonds (IMF) in Washington D.C., USA; Schwerpunkte: Außenhandels- und Geldpolitik, Stabilisierungsprogramme und Konjunkturprognosen.
Ab Herbst 1977 Länderökonom in der Weltbank in Washington D.C. Schwerpunkte: Langfristige Entwicklungsplanung und Projektanalysen.